

**FUNDAMENTOS
Y PRÁCTICAS**
de la
**GESTIÓN
AMBIENTAL**
en el siglo XXI

 **UNIVERSITARIO
RUMIÑAHUI**



**Paola Alexandra Portero Donoso
Jorge Andrés Chiriboga Maldonado
Maxwell Arbey Salazar Guilcamaigua
Ángel Ernesto Huerta Vélez
Carmita Inés Suárez
Carmen Inés Huerta Suárez**

Diseño de carátula y edición: D.I. Yunisley Bruno Díaz

Dirección editorial: PhD. Jorge Luis León González

Sobre la presente edición:

© Editorial EXCED, 2025

ISBN: 978-9942-560-12-4

Podrá reproducirse, de forma parcial o total el contenido de esta obra, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.

El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no representan necesariamente la posición oficial de la editorial EXCED.

Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos a los autores, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales. El manuscrito fue previamente sometido a evaluación abierta por pares y aprobado por el Consejo Editorial, con base en criterios de neutralidad e imparcialidad académica.

EXCED se compromete a garantizar la integridad editorial en todas las etapas del proceso de publicación, evitando plagios, datos o resultados fraudulentos y evitando que los intereses económicos comprometan los estándares éticos de la publicación.



Editorial EXCED

Dr. Kennedy Nueva. 2do Callejón 11

A. Manzana 42, Número 26.

Guayaquil, Ecuador.

E-mail: editorial@excedinter.com

**FUNDAMENTOS
Y PRÁCTICAS
de la**

**GESTIÓN
AMBIENTAL**

en el siglo XXI

**Paola Alexandra Portero Donoso
Jorge Andrés Chiriboga Maldonado
Maxwell Arbey Salazar Guilcamaigua
Ángel Ernesto Huerta Vélez
Carmita Inés Suárez
Carmen Inés Huerta Suárez**

Maritza Librada Cáceres-Mesa,

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Yamilka Pino-Sera,

Universidad de Holguín, Cuba

Samuel Sánchez-Gálvez,

Universidad de Guayaquil, Ecuador

María Hernández-Hernández,

Universidad de Alicante, España

Héctor Tecumshé-Mojica-Zárate,

Universidad de La Sierra, México

Yadir Torres-Hernández,

Universidad de Sevilla, España

Rodolfo Máximo Fernández-Romo,

Universidad Autónoma de Chile, Chile

Kenia Noguera-Nuñez,

Universidad Católica Santo Domingo, República Dominicana

Oscar Alberto Pérez-Peña,

Universidad Internacional de La Rioja, España

Marily Rafaela Fuentes-Aguila,

Universidad Metropolitana, Ecuador

Nancy Malavé-Quintana,

Universidad Rey Juan Carlos, España

Lázaro Salomón Dibut-Toledo,

Universidad del Golfo de California, México

Luisa Morales-Maure,

Universidad de Panamá, Panamá

Farshid Hadi,

Islamic Azad University, Irán

Mikhail Benet-Rodríguez,

Fundación Universitaria Cafam, Colombia

Prólogo.....	7
Introducción	9
CAPÍTULO 1.	
Fundamentos del medio ambiente y la crisis global	
1.1. Comprensión integral del medio ambiente y sus componentes	12
1.2. Clasificación y caracterización de los recursos naturales	17
1.3. Problemáticas ambientales: causas, manifestaciones y desafíos contemporáneos	19
1.4. La huella de carbono y su impacto ambiental....	29
CAPÍTULO 2.	
Desarrollo sostenible y el marco político - legal ambiental en Ecuador	
2.1. Desarrollo sostenible: principios, pilares y estrategias para un futuro equitativo	36
2.2. Ecuador y la agenda de desarrollo 2023	43
2.3. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y su rol en la gestión ambiental en Ecuador	47
2.4. Plan Nacional de Desarrollo y sostenibilidad ambiental en Ecuador	50
CAPÍTULO 3.	
Empresa, medio ambiente y responsabilidad ambiental	
3.1. Impactos de la industria: emisiones, residuos, uso de agua y energía	57
Efectos en la salud	61
3.2. Producción más limpia: una estrategia empresarial sostenible	67
3.3. Economía circular: estrategias empresariales para la sostenibilidad ambiental	70

CAPÍTULO 4.

Normas ISO 14001 y Sistemas de Gestión Ambiental

4.1. Normalización y certificación ambiental: estándares, ventajas y organismos	75
4.2. ISO 14001-2015: Norma Internacional para la Gestión Ambiental	78
4.3. Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) según ISO 14001	84

CAPÍTULO 5.

Métodos de Evaluación y Auditoría de Impactos Ambientales

5.1. Impacto ambiental: evaluación, clasificación y métodos de medición	92
5.2. Definiciones y metodologías para la evaluación de impactos ambientales	97
5.3. Auditoría ambiental: fundamentos, alcances y clasificación	123
5.4. Programación de la auditoría ambiental: estructura, planificación y ejecución	127

Abreviaturas 131

Referencias bibliográficas133

El ser humano hoy en día se encuentra en una problemática sin precedentes, la cual consiste en la crisis ambiental desatada en los últimos años en la que se encuentra involucrado todo el planeta, la degradación y erosión del suelo, la constante contaminación del aire y del agua, la pérdida acelerada de biodiversidad en todas las regiones y el continuo avance del cambio climático son realidades que demandan respuestas urgentes y coordinadas por parte de la población.

Tales desafíos y amenazas no son únicamente una problemática científica o política, sino cuestiones que involucran a individuos, empresas y naciones en su conjunto. En este contexto, las acciones de gestión ambiental se presentan como una herramienta necesaria para construir un futuro sostenible y viable, por lo tanto, el presente libro ofrece una visión integral de esta disciplina en la cual se combina conceptos teóricos acompañado de estrategias medioambientales, los cuales van desde la comprensión de los componentes del medio ambiente y la identificación de los principales problemas ambientales (a nivel global y en Ecuador), hasta el análisis de indicadores como la huella de carbono.

Se pretende profundizar dentro del desarrollo sostenible, la Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), así como en el marco político y legal que orienta la gestión ambiental en el país, destacando, además, el papel de las empresas como actores clave en la transición hacia modelos más responsables, incorporando estrategias tales como, la economía circular y/o la certificación bajo la norma ISO 14001 (International Organization for Standardization, 2015a).

Finalmente, se abordan los métodos de evaluación y auditoría ambiental, proporcionando herramientas concretas para diagnosticar, medir y mitigar impactos. De esta manera, el libro se convierte en una guía para

estudiantes, profesionales y emprendedores, pero también en una invitación abierta a toda persona interesada en contribuir activamente a la sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

El presente libro de Gestión Ambiental constituye una guía multidisciplinaria especialmente orientada al análisis de los diferentes desafíos existentes entre la actividad humana y el medio ambiente con un enfoque en las soluciones que pueden implementarse por parte del ser humano dentro de sus actividades. La propuesta busca proporcionar al lector de una formación sólida referente a la temática ambiental, iniciando con los principios esenciales del medio ambiente, sus respectivos componentes físicos, biológicos y sociales, y la compleja relación existente dentro del concepto medio ambiental.

A partir de esta base conceptual, se estudia la problemática actual respecto al medio ambiente que afronta la sociedad moderna, desde una escala particular hasta una global, con un enfoque prioritario del Ecuador, enfatizando indicadores clave, tales como la huella de carbono o las estrategias disponibles para su gestión ambiental. Este libro analiza el concepto de desarrollo sostenible como punto principal a la vez que explora las acciones en Ecuador dentro del marco político y social. Examina la importancia de los instrumentos regulatorios internacionales tales como es el caso de la Agenda 2030 con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y cómo estos se traducen en la planificación nacional.

Además, el libro busca analizar el rol de las empresas, enfocándose en su respectiva responsabilidad ambiental, la implementación de estrategias de producción más amigables con el medio ambiente y la ejecución de modelos de economía circular con el fin de reducir el impacto ambiental y fomentar un desarrollo empresarial sostenible. El texto detalla la importancia y aplicación práctica de normas internacionales como la ISO 14001 y los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA),

guiando al lector a través de su implementación y los beneficios que se pueden obtener.



CAPÍTULO

Fundamentos del medio
ambiente y la crisis global

Este capítulo está estructurado para ofrecer una idea de cómo se desenvuelve el ser humano con el medio ambiente, así como la problemática ambiental del mundo moderno. Se procede a explicar los conceptos básicos para definir qué entendemos por medio ambiente y se abordan sus componentes físicos, biológicos y sociales. Estos conceptos son importantes porque se argumenta que existe una relación de interdependencia entre todos ellos para una vida de manera dinámica y constantemente cambiante.

El capítulo involucra la clasificación de los recursos naturales (renovables y no renovables), pontificando ejemplos que permiten identificarlos con sus aplicaciones. Este análisis permite explicar no solo la riqueza y diversidad de los recursos sino también la responsabilidad para gestionarlos. El capítulo explica, además, los principales problemas ambientales que afectan a Ecuador y al mundo.

Se argumentan los problemas de la actividad humana, la presión que ejerce el crecimiento poblacional y la introducción de la tecnología entendida como acción humana intensificando los procesos de degradación ambiental.

Finalmente se introduce el concepto de la huella de carbono, entendida como un indicador de la acción de individuos, empresas y sociedades en el desarrollo del cambio climático. Además, se hace la introducción de algunas estrategias de reducción y manejo en función de dar respuesta a entrenar soluciones.

1.1. Comprensión integral del medio ambiente y sus componentes

El tema del medio ambiente se encuentra presente hoy en día en el contexto social, donde tienen cabida la discusión de problemáticas aplicables a la calidad de vida de las comunidades, tales como sequía, desastres, desforestación de bosques y contaminación atmosférica, junto a la preocupación por la salvaguarda de patrimonio arqueológico y de prácticas culturales tradicionales.

Por tanto, el preservar y restaurar los ecosistemas se ha consolidado como uno de los principales objetivos y retos que corresponden al campo social, llevando una importante carga de responsabilidad por la ciudadanía y las agendas de los gobiernos (Bergamini Ladrón de Guevara, 2021).

Aunque muchas veces se asocia el medio ambiente únicamente con elementos naturales como árboles, animales y montañas, es fundamental recordar que también incluye un componente social muy importante. A hacer referencia a medio ambiente, envuelve no solamente los recursos naturales del planeta, sino también a los seres humanos, quienes forman parte activa del sistema y representan la fuerza que más influye en su transformación (Innovación y Cualificación, S. L., 2017).

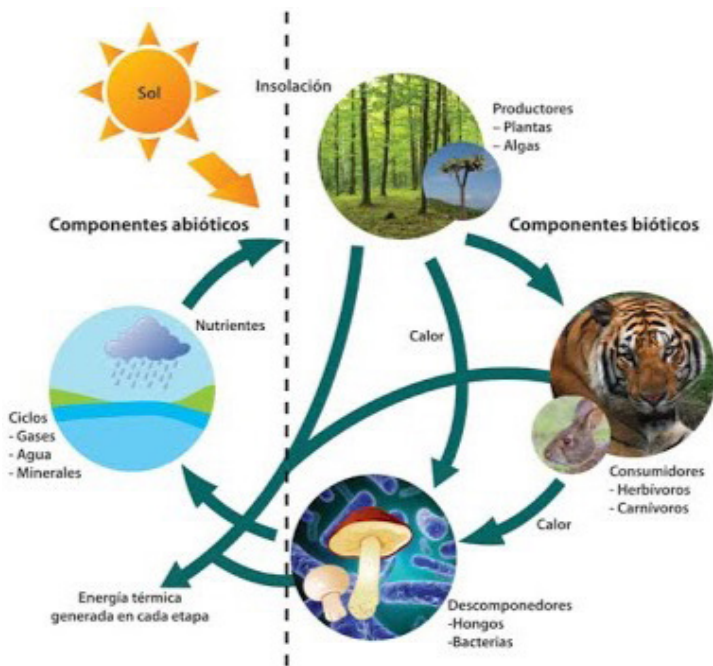


Figura 1.1. Representación del Medio Ambiente.

Fuente: Pozos (2024).

Desde una perspectiva esquemática, el medio ambiente (Figura 1.1) puede entenderse como un sistema formado por diferentes elementos y procesos, que incluyen:

- La interacción que existe entre el ser humano con la flora y la fauna.
- Los elementos físicos del entorno, incluyendo el suelo, la atmósfera, los cuerpos de agua, la topografía y las condiciones climáticas.
- Objetos y herencia cultural.
- La interacción dinámica entre todos estos componentes (Innovación y Cualificación, S. L., 2017).

El medio ambiente representa la relación existente entre factores físicos, biológicos y sociales que rodean a los seres vivos y permiten su continuo desarrollo y supervivencia. Esta definición supera la idea tradicional concebida de la naturaleza, extendiéndose hacia las relaciones culturales, económicas y sociales entre las personas y su entorno.

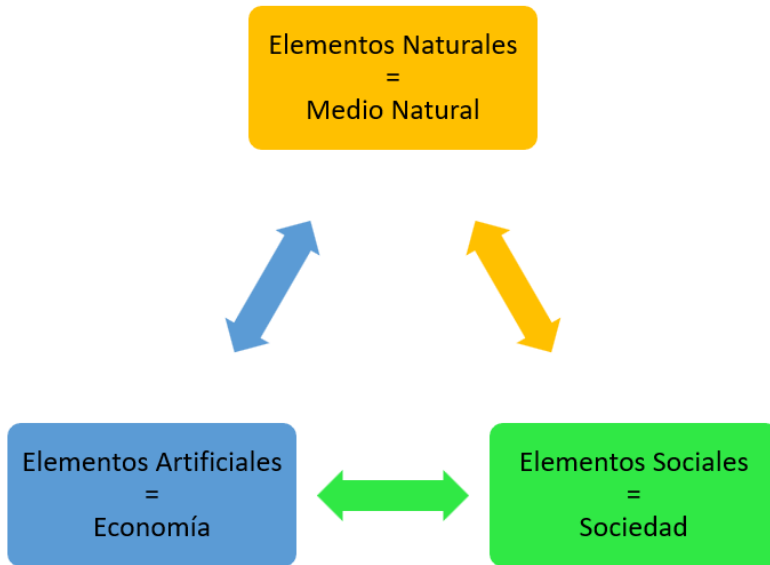


Figura 1.2. Componentes del medio ambiente: naturales, sociales y artificiales.

La Figura 1.2 ilustra la composición del medio ambiente, integrando elementos naturales, la sociedad humana y las infraestructuras artificiales, como parte de un sistema interconectado.

¿Qué es lo que entendemos por medio ambiente?

El medio ambiente puede definirse como un conjunto de diferentes elementos físicos, biológicos y factores sociales que rodean a los seres vivos, permitiendo su existencia y desarrollo. Esta definición no se limita solo a la naturaleza, sino que también

incluye interacciones culturales, económicas y sociales entre los seres humanos y su entorno.

Componentes

Respecto a sus componentes, el medio ambiente se divide principalmente en bióticos y abióticos. Los elementos bióticos comprenden los organismos vivos, es decir, la flora y la fauna:

- **Fauna:** Se considera a las especies animales que forman comunidades estables en un ecosistema, excluyendo generalmente a los animales domésticos. La diversidad faunística depende de muchos factores, como la vegetación, el agua disponible, las condiciones topográficas y la influencia humana. La presión del ser humano ha reducido drásticamente muchas poblaciones animales, afectando sus hábitats naturales y causando la desaparición de varias especies.
- **Flora:** La flora es vital para la alimentación, la construcción y la producción de múltiples recursos, agrupa a las plantas que habitan en una región determinada y varía en riqueza dependiendo del lugar. Se diferencia entre flora nativa, aquella que crece naturalmente sin intervención humana; flora cultivada, donde están las plantas de cultivo o jardines; y flora de maleza, que incluye especies consideradas indeseables.

Por otro lado, los componentes abióticos son los elementos no vivos del entorno, como el aire, el agua, el sol, el suelo y otros factores, dentro de los cuales se puede destacar los 4 siguientes:

- **Agua:** Representa el mayor recurso de la superficie del planeta, indispensable para el desarrollo y continuidad de la vida.
- **Suelo:** Se considera la capa superficial de la tierra que se encuentra constituida por minerales y materia orgánica, resultado de la interacción constante entre las corrientes del viento, el continuo ciclo del agua y el clima.

- **Luz:** La energía luminosa que reciben los organismos, crucial para procesos como la fotosíntesis, que sostiene la vida en el planeta.
- **Clima:** Condiciones atmosféricas que caracterizan una región y afectan todos los ecosistemas.

Además, se considera un componente social porque los humanos no solo forman parte biológica del ambiente, sino que también modifican y gestionan el entorno a través de su organización social, cultural, económica y política. Las decisiones que toman las comunidades, como la gestión de residuos o el transporte, influyen directamente en el medio ambiente natural.

Finalmente, el componente artificial comprende las infraestructuras y elementos creados por el ser humano que no existían naturalmente, como presas, carreteras, edificios y fábricas. Estas modificaciones alteran el equilibrio ambiental y forman parte integral del sistema en la actualidad.

De acuerdo con la Constitución Política de la república del Ecuador, el medio ambiente es considerado un sujeto de derechos, estableciendo que merece protección no solo por los beneficios que ofrece a los humanos, sino también por su valor intrínseco. En el artículo 71 se establece claramente que *“la naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia”* (Ecuador. Asamblea nacional Constituyente, 2008).

Las diversas dimensiones del medio ambiente muestran que este no se limita únicamente a los elementos naturales, sino que integra también factores sociales, culturales y artificiales que influyen en la forma en que los seres vivos se relacionan con su entorno. La presencia creciente de problemáticas como la sequía, la deforestación y la contaminación ha reforzado la necesidad de preservar y restaurar los ecosistemas como una responsabilidad compartida entre ciudadanía y gobiernos.

Comprender el medio ambiente como un sistema dinámico, formado por componentes bióticos, abióticos, sociales y construidos por el ser humano, permite reconocer que las acciones de las comunidades impactan directamente en el equilibrio ecológico. Asimismo, el reconocimiento legal de la naturaleza como sujeto de derechos en la Constitución del Ecuador subraya su valor intrínseco y obliga a promover un manejo responsable y sostenible que garantice la protección de la vida en todas sus formas.

1.2. Clasificación y caracterización de los recursos naturales

Los recursos naturales se pueden conceptualizar como el conjunto de productos, materiales y servicios que son suministrados por la propia naturaleza, sin haber sido alterados o modificados por algún acto del ser humano. Según su disponibilidad y capacidad de regeneración, estos recursos se clasifican en recursos renovables, recursos no renovables y recursos inagotables.

Los recursos naturales renovables

Los recursos renovables son aquellos que pueden recuperarse de forma natural, siempre y cuando se les haga un uso racional para evitar su agotamiento. Dentro de esta categoría están el suelo, la flora y la fauna.

Los recursos naturales "inagotables"

Los recursos considerados inagotables son aquellos que el ser humano utiliza en proporciones mucho menores a las existentes en la naturaleza, y que se regeneran por sí mismos sin riesgo de agotamiento. Entre estos se encuentran el agua o el aire.

Los recursos naturales no renovables

Estos recursos no pueden producirse, cultivarse ni regenerarse en una escala que mantenga el ritmo de consumo. Existen en

cantidades fijas y se consumen más rápido de lo que la naturaleza puede renovarlos. Entre ellos se encuentran los recursos energéticos y minerales.

- Recursos energéticos: La energía, definida como la capacidad de los cuerpos para producir cambios en ellos mismos o en otros, ha sido fundamental desde siempre para la supervivencia humana. Se caracteriza por sus propiedades de transformación, conservación, transferencia y degradación.
- Energías renovables: Se producen de manera continua y son inagotables, como la solar, hidráulica, eólica, biomasa y oceánica.
- Energías no renovables: Existentes en cantidades limitadas y sujetas a agotamiento, incluyendo carbón, petróleo, gas natural y uranio.
- Recursos minerales: La vida moderna depende de la minería para obtener metales, piedras y materiales de construcción como el ladrillo. La industria utiliza alrededor de ochenta minerales distintos, algunos abundantes (hierro, aluminio) y otros estratégicos debido a su importancia y escasez (plomo, estaño, zinc).

Los yacimientos minerales se clasifican en:

- Minerales metálicos: sulfuros como piritas, galena, calcopirita, cinabrio.
- Minerales no metálicos: halita, silvina, fosfatos, fluorita.
- Rocas industriales: arcillas, cuarcita, calizas, margas (Innovación y Cualificación, S. L., 2017).

Las distintas categorías de recursos naturales ya sean renovables, no renovables o inagotables, evidencian la diversidad de bienes y servicios que provee la naturaleza y la necesidad de comprender sus características para gestionarlos adecuadamente. Mientras los recursos renovables requieren un uso responsable que evite

su deterioro, los inagotables dependen de procesos ambientales que los sostienen sin riesgo inmediato de agotamiento.

En contraste, los recursos no renovables presentan una disponibilidad limitada que obliga a un manejo estratégico y al desarrollo de alternativas energéticas y materiales que reduzcan la presión sobre estos yacimientos. La clasificación detallada de los recursos energéticos, minerales y sus tipos demuestra la estrecha relación entre la sociedad y los sistemas naturales, y subraya la importancia de adoptar prácticas sostenibles que garanticen su preservación para las generaciones futuras.

1.3. Problemáticas ambientales: causas, manifestaciones y desafíos contemporáneos

Para comprender y analizar los problemas ambientales, es imprescindible adoptar una visión global, debido a que la problemática surge como resultado directo o indirecto de la interacción compleja de una gran cantidad de factores.

El estilo de vida actual del ser humano consiste en un consumo creciente e insostenible de los recursos naturales y energéticos, por lo tanto, los modelos industriales de producción y consumo masivo, que sustentan este estilo de vida, están generando daños que podrían deteriorar el planeta a mediano plazo. Este incremento constante en el consumo está ejerciendo una presión excesiva sobre el medio ambiente, provocando la progresiva degradación y el agotamiento de los recursos naturales disponibles (Innovación y Cualificación, S. L., 2017).

En la Figura 1.3 se presentan diversos ejemplos de problemas ambientales clasificados según su alcance geográfico, los cuales abarcan desde afectaciones locales, como la contaminación de ríos, hasta fenómenos de escala global, como el cambio climático, incluyendo también manifestaciones regionales y nacionales.

Aunque ciertos problemas se manifiestan inicialmente en ámbitos localizados, su correcta atención puede evitar que se propaguen y se conviertan en problemáticas de mayor escala, alcanzando niveles regionales, nacionales o incluso globales (Pérez et al., 2024).

Problemas ambientales según su manifestación geográfica			
Locales	Nacionales	Regionales	Globales
• Río contaminado	• Deforestación	• Contaminación Acústica	• Cambio Climático

Figura 1.3. Ejemplos de problemas ambientales según su manifestación geográfica.

Problemas ambientales en Ecuador

Al evaluar la situación ambiental a nivel mundial, es fundamental considerar el impacto que la actividad humana tiene sobre el planeta. El crecimiento demográfico y los avances tecnológicos impulsados por la revolución industrial han sido los motores que iniciaron una serie de problemas medio ambientales que en lugar de disminuir con el paso del tiempo se han ido agravando. Este desarrollo tecnológico, si bien ha traído progreso, también ha generado un continuo deterioro en múltiples aspectos ambientales y la capacidad para sustentar la vida en el planeta.

Estos problemas, los cuales comenzaron como fenómenos locales, actualmente tienen una magnitud tal que se reconocen como desafíos globales. Según el grado de su impacto, los problemas ambientales se pueden clasificar de diversas maneras:

- **Por su origen:** Proceden desde la propia naturaleza, intervención o actividad humana, sectores rurales y/o urbanos.
- **Por su escala geográfica:** A nivel local, regional, nacional y global.

- **Por su duración en el tiempo:** Puede ser corta, larga y permanente.
- **Por el sistema económico:** Constituido por políticas en países desarrollados o en vías de desarrollo (Pérez et al., 2024).

Algunos ejemplos claros de estos problemas incluyen:

- **Deforestación:** la cual es considerada como la principal causa de la pérdida de biodiversidad de especies.
- **Contaminación del agua:** causada por agroquímicos y residuos industriales.
- **Minería a cielo abierto:** que produce erosión, destruye paisajes y contamina con metales pesados.
- **Pérdida de suelos fértiles:** resultado del uso inadecuado de la tierra y la erosión.

En el informe sobre el abordaje y respeto de las salvaguardas sociales y ambientales del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2025) de Ecuador, se destacan áreas críticas en la Amazonía y la Sierra Sur, donde se presentan actividades extractivas ilegales y una presión significativa por parte de procesos urbanos.



Figura 1.4. Contaminación atmosférica.

Fuente: MacDonald (2024).

La contaminación atmosférica (Figura 1.4) es considerada como una de las principales causas de muertes y daños a la salud a nivel mundial, impactando severamente el medio ambiente.



Figura 1.5. Problemas de salud generados por aire contaminado.

Fuente: IQAir Staff Writers (2023).

La población infantil y los adultos mayores (Figura 1.5) son los grupos más vulnerables a las enfermedades respiratorias y otros problemas de salud causados por la contaminación ambiental.



Figura 1.6. Sequía y escasez de agua como problema ambiental global.

Fuente: Climate Change Writers (2022).

A pesar de considerar el agua como un recurso renovable (Figura 1.6), su agotamiento es evidente en muchos países del mundo, lo que representa un desafío ambiental crítico.



Figura 1.7. Descarga de aguas residuales en fuentes de agua dulce.

Fuente: iStockphoto LP (2025).

El vertimiento de aguas contaminadas directamente en ríos y otros cuerpos (Figura 1.7) de agua dulce afecta gravemente la calidad y disponibilidad de este recurso vital.



Figura 1.8. Deforestación por expansión agrícola y sus impactos contaminantes.

Fuente: El Comercio (2022).

La expansión de la frontera agrícola es una causa principal de la deforestación de áreas boscosas (Figura 1.8), donde la quema de vegetación añade un elemento significativo de contaminación ambiental.

En Ecuador, los bosques están distribuidos principalmente en las regiones Costa y Amazónica. En estas áreas se han registrado más de 200 especies arbóreas, entre las cuales destacan el ceibo, el guayacán, el cedro y la caoba, entre otros. En cuanto a la diversidad animal, se calcula que más de 3,500 especies, que incluyen mamíferos, peces, anfibios, reptiles y aves, habitan en estos ecosistemas naturales. Estos valores han sido determinantes para que Ecuador sea reconocido como uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial (Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2020).

No obstante, los recursos forestales se encuentran amenazados por diversos grados de deforestación, siendo las causas principales las siguientes:

- La continua expansión de tierras destinadas a la agricultura y ganadería.

- La reducción en las tasas de crecimiento poblacional a nivel nacional, que puede influir en cambios en el uso del suelo.
- La explotación petrolera, que involucra actividades extractivas en zonas boscosas.
- El incremento de la agroindustria, la cual demanda mayores extensiones de tierra para cultivos y producción.
- La tala ilegal, que representa una amenaza significativa debido a la extracción no autorizada de madera.
- La minería y la construcción de infraestructura, que generan destrucción directa del bosque y alteraciones en el paisaje.



Figura 1.9. Causa de deforestación.

La deforestación se incrementa debido a una gran cantidad de actividades humanas (Figura 1.9). La deforestación en Ecuador está influenciada por múltiples factores socioeconómicos,

ambientales y políticos y representa un serio desafío para la conservación de su biodiversidad y recursos naturales (Valdez y Cisneros, 2020; World Resources Institute, 2004). La expansión agrícola y ganadera destaca como una de las causas primordiales, junto con la minería y la extracción de hidrocarburos, actividades que también se concentran en ciertas provincias amazónicas como Pastaza y Morona Santiago (Borja, 2023).

La tala ilegal, tanto por mafias como por comunidades indígenas sin alternativas de subsistencia, contribuye de manera importante a la pérdida forestal. Además, la deforestación acelerada provoca desequilibrios ecológicos, pérdida de hábitat, disminución de especies endémicas y graves impactos climáticos, incluyendo el aumento de gases de efecto invernadero (Abata, 2018; World Resources Institute, 2004).

La población mundial y su incidencia sobre el medio ambiente

El crecimiento demográfico mundial no ocurre de manera uniforme en todas las regiones del planeta. Aún hoy, los científicos no han logrado establecer con precisión cuál es la “capacidad de carga” máxima que la Tierra puede soportar para la población humana sin afectar su equilibrio natural. Es importante destacar que la población es solo uno de los muchos factores que influyen en el estado del medio ambiente.

En los últimos 50 años, la humanidad ha consumido más recursos naturales y energéticos que en toda su historia anterior combinada. Durante las últimas décadas, la población de todo el mundo experimentó el crecimiento demográfico más acelerado registrado hasta ahora.

Este aumento poblacional ha impulsado una demanda significativa sobre recursos esenciales tales como tierra, alimentos, agua,

aire, combustibles fósiles y minerales. Además, ha provocado un incremento considerable en la generación de residuos, que se manifiestan en contaminantes atmosféricos y acuáticos, materiales tóxicos y gases que contribuyen al efecto invernadero y al calentamiento global (Greenfield, 2024; Magma Translation, 2025).

El crecimiento poblacional representa un desafío complejo, ya que intensifica la presión sobre los ecosistemas y aumenta la cantidad de productos de desecho, incrementado también las causas de la contaminación ambiental y acelerando aún más el cambio climático. Por ello, la gestión sostenible de los recursos y la implementación de políticas ambientales adecuadas resultan fundamentales para mitigar este impacto y asegurar un futuro viable para las próximas generaciones (Morales, 2025).

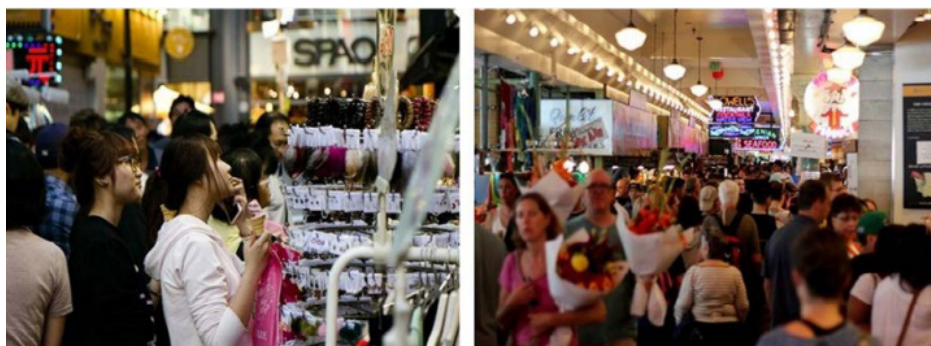


Figura 1.10. El consumismo actual y su presión sobre el medio ambiente.

Fuente: Pixabay (2024).

El consumismo en centros comerciales simboliza el actual modelo de consumo (Figura 1.10), uno de los problemas más serios que enfrenta la humanidad por su intensificación de la presión sobre los recursos y la generación de residuos.

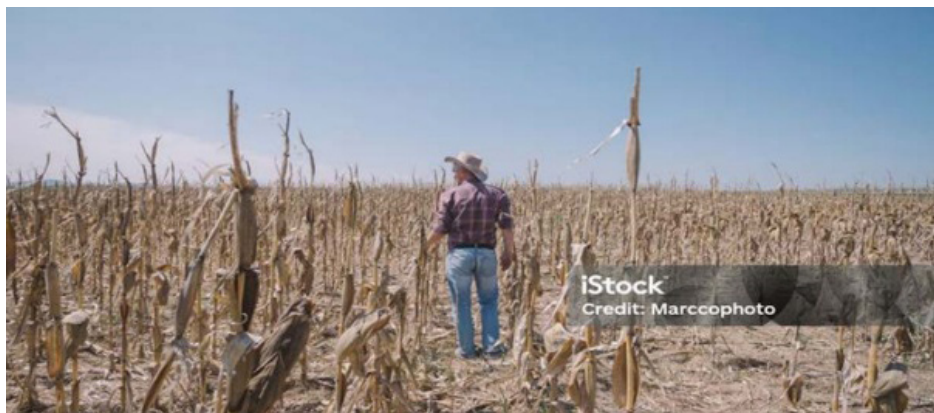


Figura 1.11. Impacto del cambio climático en cultivos: sequía y desertificación.

Fuente: Stockphoto LP. (2021).

Tierras agrícolas con cultivos de maíz destruidos (Figura 1.11), evidenciando los efectos de la desertificación y la sequía, fenómenos exacerbados por el cambio climático que amenazan la seguridad alimentaria.



Figura 1.12. Proceso de desertificación y sus efectos irreversibles en el suelo.

Fuente: Vergara (2023).

La Figura 1.12 muestra el suelo afectado por un proceso de desertificación, similar a la sequía, pero con la particularidad de que la productividad del terreno ya no es recuperable.

Las problemáticas ambientales analizadas evidencian que el deterioro del planeta responde a una compleja interacción entre crecimiento demográfico, expansión económica, modelos de consumo insostenibles y prácticas productivas que sobreexplotan los recursos naturales. Aunque muchas de estas afectaciones surgieron de manera localizada, su persistencia las ha transformado en desafíos globales que comprometen la estabilidad ecológica, la biodiversidad y la salud humana.

La deforestación, la contaminación del agua y del aire, la degradación del suelo, la minería a gran escala y la expansión agrícola son ejemplos concretos de cómo la acción humana intensifica la presión sobre los ecosistemas, especialmente en territorios altamente biodiversos como el Ecuador. A esto se suma un consumo creciente que supera la capacidad regenerativa del medio ambiente, agravado por un aumento demográfico histórico que incrementa la demanda de alimentos, agua, energía y bienes materiales.

Las evidencias muestran que, sin intervenciones sostenibles y políticas ambientales efectivas, los efectos como sequías, desertificación, pérdida de especies y riesgos para la salud seguirán profundizándose. Por ello, comprender el carácter multicausal y escalonado de estos problemas es esencial para diseñar estrategias que mitiguen su impacto y garanticen la preservación de los recursos que sostienen la vida en el planeta.

1.4. La huella de carbono y su impacto ambiental

La creciente preocupación respecto al cambio climático ha impulsado el requerimiento de una herramienta que permita evaluar y gestionar el grado del impacto ambiental asociado con las actividades del ser humano. Uno de los indicadores más

importantes en esta tarea es el concepto de “Huella de carbono”, consolidada como una herramienta fundamental para medir la contribución de dichas actividades al calentamiento global. Este indicador cuantifica la totalidad de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos, tanto directa como indirectamente, por individuos, organizaciones, productos o regiones, expresando estos valores generalmente en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).



Figura 1.13. Representación conceptual de la huella de carbono.

La Figura 1.13 ejemplifica el concepto de la huella de carbono, un indicador clave que cuantifica la totalidad de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por individuos u organizaciones.

Concepto y definición

La huella de carbono constituye el total de emisiones de gases de efecto invernadero causadas directa o indirectamente por una persona, organización, evento o producto (ClimatePartner GmbH, 2025). En su cálculo se consideran diferentes gases, como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), todos convertidos a una medida común: el dióxido de carbono equivalente (CO_2e). Esta normalización facilita la comparación y manejo de las emisiones a diversas escalas (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

Alcances de la huella de carbono

Según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) se clasifica las emisiones en tres categorías principales:

- 1. Alcance 1:** Son las emisiones directas, las cuales son originadas en instalaciones directamente controladas por una organización o individuo, como por ejemplo la combustión de combustibles fósiles en vehículos o las calderas propias.
- 2. Alcance 2:** Son las emisiones indirectas, resultado del consumo de energía adquirida, o suministrada por una tercera persona; por ejemplo, la electricidad o calefacción.
- 3. Alcance 3:** Son las emisiones indirectas adicionales que ocurren a lo largo de la cadena de valor, como transporte de insumos, uso de productos vendidos y gestión de residuos (WRI & WBCSD, 2015).

Importancia de medir la huella de carbono

La información que proporciona el cálculo de la huella de carbono se ha convertido en una herramienta estratégica para la gestión ambiental debido a que permite identificar los principales focos de emisión en procesos productivos, facilita la definición de políticas para su reducción, favorece la transparencia en

informes de sostenibilidad empresarial y sensibiliza a individuos y organizaciones sobre su responsabilidad frente al cambio climático. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021), la reducción sostenida de emisiones es indispensable para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 1.5 °C, meta establecida en el Acuerdo de París.

Estrategias para la disminución de la huella de carbono

Las estrategias para mitigar la huella de carbono se pueden implementar en distintos niveles:



A nivel individual

- Mediante la adopción de transporte sostenible, consumo responsable, mejoras en la eficiencia energética del hogar y disminución de residuos.



A nivel empresarial

- A través del impulso al uso de energías renovables, optimización de procesos, economía circular y certificaciones ambientales.



A nivel gubernamental

- Con la promulgación de políticas de transición energética, impuestos al carbono, incentivos para tecnologías limpias y regulaciones ambientales (ONU, 2022).

Figura 1.14. Estrategias de disminución de huella de carbono.

La disminución de la huella de carbono es un proceso (Figura 1.14) que depende de toda la sociedad en todas sus ramas. La huella de carbono se consolida como un indicador esencial para comprender el verdadero impacto que las actividades humanas ejercen sobre el clima, puesto que permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de manera estandarizada y comparable.

Su clasificación en tres alcances, definida por el GHG Protocol, facilita identificar con precisión los diferentes orígenes de las emisiones, desde las generadas directamente por el uso de combustibles hasta aquellas derivadas de la cadena de valor. Esta

información constituye la base para desarrollar estrategias de mitigación efectivas, ya que posibilita focalizar acciones, optimizar procesos y promover cambios hacia modelos productivos y de consumo más sostenibles.

Medir la huella de carbono no solo contribuye al cumplimiento de metas globales como las establecidas en el Acuerdo de París, sino que fortalece la responsabilidad ambiental tanto de individuos como de organizaciones. En este sentido, la reducción de emisiones requiere un enfoque integral que combine eficiencia energética, transformación tecnológica, innovación empresarial y hábitos de vida responsables, reconociendo que la lucha contra el cambio climático demanda un compromiso colectivo y permanente.

El estudio integral del medio ambiente evidencia que este comprende no solo elementos físicos y biológicos, sino también factores sociales, culturales y económicos que influyen directamente en la sostenibilidad de los ecosistemas. La clasificación de los recursos naturales permite comprender su disponibilidad y vulnerabilidad, subrayando la importancia de gestionar responsablemente los recursos renovables, proteger los considerados inagotables y reducir la explotación de los no renovables para garantizar su preservación para las generaciones futuras.

El análisis de las problemáticas ambientales demuestra que la actividad humana, a través de modelos de producción y consumo insostenibles, ha intensificado fenómenos como la contaminación, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo. Estos problemas, inicialmente locales, han adquirido dimensiones regionales y globales debido al crecimiento poblacional y a la presión sobre los ecosistemas, evidenciando la necesidad de políticas ambientales efectivas y un compromiso social responsable.

El concepto de huella de carbono permite identificar y cuantificar la contribución de las actividades humanas al calentamiento global, constituyendo una herramienta esencial para la gestión ambiental. La medición y reducción de esta huella facilitan la adopción de estrategias de mitigación, promoviendo procesos productivos sostenibles y fomentando la responsabilidad ambiental de individuos y organizaciones. En conjunto, la comprensión de los fundamentos del medio ambiente, las problemáticas contemporáneas y las herramientas de gestión como la huella de carbono refuerzan la urgencia de implementar acciones integrales que aseguren la preservación del planeta y el bienestar de las futuras generaciones.



CAPÍTULO

Desarrollo sostenible y el marco
político - legal ambiental en Ecuador

Este capítulo se centra en analizar un entorno más amplio sobre las diferentes soluciones y el marco regulatorio que orientan las acciones del ser humano frente a la crisis ambiental global. Partiendo desde conceptos clave, como el correcto entendimiento del significado de desarrollo sostenible, el cual fue postulado dentro del histórico Informe Brundtland, además, que se profundiza en la importancia de equilibrar el bienestar económico, social y medio ambiental.

Dentro del capítulo se destacan los pilares fundamentales de la gestión ambiental y las características que deben guiar la búsqueda de un desarrollo equitativo y duradero. Además, se abordan las estrategias ambientales internacionales plasmadas dentro de la Agenda 2030 junto con sus respectivos Objetivos de Desarrollo Sostenible (17 en total), fundamentos necesarios para la planificación nacional. Dentro del contexto ecuatoriano, el capítulo revisa las políticas ambientales

vigentes, la evolución legislativa y los diferentes mecanismos legales que sustentan la gestión ambiental, incluyendo permisos, registros y normativas que regulan el uso responsable de los recursos naturales.

2.1. Desarrollo sostenible: principios, pilares y estrategias para un futuro equitativo

El desarrollo sostenible es un concepto ampliamente aceptado como pilar fundamental en las políticas públicas a nivel global. Según el Informe Brundtland, divulgado en 1987 por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Organización de las Naciones Unidas, 1987), se define como “aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.



Figura 2.1. El desarrollo sostenible y sus pilares interconectados.

En la Figura 2.1 se representa el concepto de desarrollo sostenible, que busca equilibrar las dimensiones económica, social y ambiental para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las del futuro.

Este enfoque reconoce la importancia de integrar y equilibrar las dimensiones económica, social y ambiental para alcanzar un bienestar sostenible y duradero. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (2015), lograr la sostenibilidad significa transformar nuestros patrones de producción y consumo de manera que se garantice un futuro justo, equitativo y resiliente.

¿Qué es el desarrollo sostenible?

El Informe Brundtland, más conocido con el nombre de “Nuestro Futuro Común”, hace hincapié en armonizar el desarrollo económico con el crecimiento social y la protección del medio ambiente para garantizar que los recursos naturales sigan existiendo para las generaciones posteriores.

Nota: Esta definición, está muy extendida y aceptada, que subraya el empeño en equilibrar los diferentes tipos de desarrollo con la protección del medio ambiente, asegurando que los recursos naturales sigan existiendo para las generaciones futuras.

Objetivos:

- Satisfacer las necesidades presentes:

Se busca garantizar que las necesidades básicas de todas las personas sean cubiertas, considerando aspectos económicos, sociales y medioambientales.



Figura 2.2. Plogging: Limpieza de suelos como práctica de desarrollo sostenible.

Fuente: Espitia Salazar (2023).

La Figura 2.2 muestra la práctica del ‘plogging’, que combina la actividad física con la recolección de basura, contribuyendo a la limpieza del entorno y al objetivo de satisfacer las necesidades ambientales presentes.

- Proteger el futuro:

Se asegura que las generaciones venideras puedan acceder a los mismos recursos y oportunidades que la actual.



Figura 2.3. Uso responsable del agua para asegurar recursos futuros.

Fuente: Masterwebcc (2023).

La Figura 2.3 ilustra la importancia del uso responsable del agua, una acción clave para proteger los recursos naturales y asegurar su disponibilidad para las generaciones venideras.

- Integrar dimensiones:

El desarrollo sostenible no se trata solamente de temas ambientales, sino que implica un enfoque integral que contempla los pilares social, económico y ambiental.

Pilares

La finalidad primordial de este modelo es disminuir los efectos del cambio climático a la vez que favorece la justicia social, la buena convivencia con la naturaleza, el respeto por la diversidad cultural y cierto equilibrio económico. Los tres pilares básicos son:

Medio Ambiente

La naturaleza es una fuente finita de recursos que debemos proteger y usar con sensatez.

Sociedad

Impulsa el desarrollo humano, comunitario y cultural para alcanzar calidad de vida con equidad y dignidad.

Economía

Busca promover un desarrollo económico que genere riqueza de manera justa, sin dañar los ecosistemas ni afectar negativamente a las comunidades rurales.



Figura 2.4. Desarrollo sostenible.

Fuente: Cinco Vientos (2022).

La Figura 2.4 representa los tres pilares interconectados del desarrollo sostenible: medio ambiente, sociedad y economía fundamentales para alcanzar un bienestar equitativo y duradero.

Características

Para que un desarrollo pueda considerarse sostenible, debe contener los elementos descritos en la Figura 2.5.



Figura 2.5. Características del desarrollo sostenible.

¿Cómo logramos el desarrollo sostenible?

Los desafíos globales actuales, tales como el actual cambio climático, la desigualdad social, la falta de recursos naturales como el agua y la pérdida de la biodiversidad y de los ecosistemas, solo pueden enfrentarse mediante estrategias globales que promuevan el desarrollo sostenible.



Figura 2.6. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible como respuesta a los desafíos globales.

Fuente: Naciones Unidas. (2015).

La Figura 2.6 ilustra la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas, un marco global que establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible para abordar de manera integral desafíos como el cambio climático y la desigualdad.

Como respuesta mundial a estas preocupaciones, la Organización de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 que incluye los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), una serie de 17 metas que requieren la participación activa de individuos, empresas, organizaciones, gobiernos y naciones alrededor del mundo para alcanzar el bienestar común y proteger el planeta (Organización de las Naciones Unidas, 1987, 2015; Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

El desarrollo sostenible constituye un enfoque integral que busca equilibrar las dimensiones económica, social y ambiental para garantizar el bienestar presente sin comprometer los recursos y oportunidades de las generaciones futuras. Sus pilares fundamentales: medio ambiente, sociedad y economía, permiten orientar políticas, prácticas y hábitos hacia la conservación de los recursos naturales, la equidad social y la justicia económica.

La adopción de estrategias concretas, como el uso responsable del agua, la reducción de residuos mediante prácticas como el plogging, y la implementación de políticas globales alineadas con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, resulta indispensable para enfrentar desafíos contemporáneos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la desigualdad social. Alcanzar el desarrollo sostenible requiere un compromiso colectivo, integrado y permanente que transforme patrones de producción, consumo y gestión de recursos, promoviendo un futuro resiliente, equitativo y ambientalmente responsable.

2.2. Ecuador y la agenda de desarrollo 2023

En los últimos años, la planificación en Ecuador ha estado guiada por el enfoque del desarrollo sostenible y los compromisos asumidos en el ámbito internacional. El Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025, conocido también como Agenda de Desarrollo 2023, establece directrices para lograr un modelo de progreso inclusivo y respetuoso con el medio ambiente.

Según la Secretaría Nacional de Planificación (2021), este plan tiene como objetivo “garantizar derechos, reducir desigualdades, impulsar la productividad y promover la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales”. Con esto, Ecuador alinea sus políticas públicas con la Agenda 2030 establecida por la Organización de las Naciones Unidas, adaptando los objetivos globales a las particularidades y necesidades del país.

¿Qué es la Agenda de Desarrollo 2030?

El 25 de septiembre de 2015, Ecuador y otros 193 países miembros de la Organización de las Naciones Unidas firmaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, marcando el inicio de un acuerdo histórico. Esto no es solo la firma de un documento, sino un marco de acción ambicioso que abarca un amplio conjunto de elementos, el cual tiene como objetivo guiar a las naciones en un futuro más próspero y equitativo. La Agenda se elaboró como una hoja de ruta de 15 años, orientada para cumplir con la Agenda 2030 hasta, por tanto, 2030.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que constituyen la esencia de la Agenda 2030, el ODS también es un llamado universal a la acción para erradicar la pobreza en todas sus formas. La Agenda 2030 aspira a abordar los siguientes compromisos: el ODS 1 se refiere a erradicar la pobreza en el mundo; el ODS 2 se refiere a poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible.

El ODS 3 se refiere a garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades; el ODS 4 se refiere a garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todas las personas; el ODS 5 se refiere a conseguir la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas y erradicar todas las formas de violencia; el ODS 10 se refiere a reducir la desigualdad en los países y entre ellos.

El ODS 11 se refiere a lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; el ODS 16 se refiere a la promoción de sociedades pacíficas, justas e inclusivas para el desarrollo sostenible; y el ODS 13 se refiere a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Al ser parte de este compromiso, Ecuador se une al esfuerzo mundial de transformar el mundo y de trazar un futuro más sostenible para todos.



Figura 2.7. Agenda 2030.

Fuente: Monzó (2020).

Para alcanzar estos objetivos (Figura 2.7), es esencial su inclusión en los planes de desarrollo nacionales y locales y la creación de mecanismos que permitan monitorear su cumplimiento efectivo.

Objetivos de Desarrollo Sostenible



Figura 2.8. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Fuente: Secretaría Técnica Planifica Ecuador & Vicepresidencia de la República. (2025).

La Figura 2.8 y 2.9 muestran los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), metas interconectadas para lograr un futuro más sostenible y equitativo para todos.

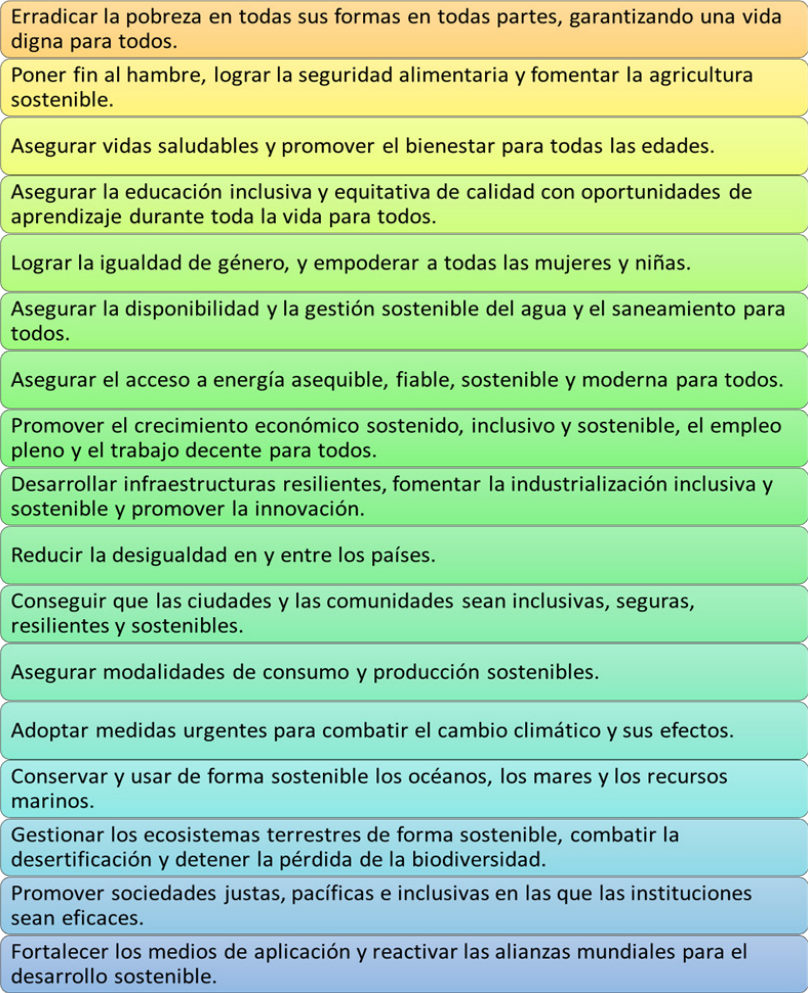


Figura 2.9. Lista de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Fuente: Monzó (2020).

Ecuador ha orientado su planificación reciente hacia el desarrollo sostenible, alineando sus políticas públicas con la Agenda 2030 de la ONU a través del Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025, también conocido como Agenda de Desarrollo 2023. Este plan busca garantizar derechos, reducir desigualdades, impulsar la productividad y promover un uso sostenible de los recursos naturales, adaptando los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a las necesidades del país.

La Agenda 2030 establece un marco global de acción hasta 2030, con metas que incluyen erradicar la pobreza y el hambre, garantizar salud y educación de calidad, promover igualdad de género, reducir desigualdades, fomentar ciudades inclusivas y sostenibles, fortalecer sociedades justas y tomar medidas frente al cambio climático. Para su implementación efectiva, Ecuador integra estos objetivos en planes nacionales y locales y desarrolla mecanismos de seguimiento y monitoreo, contribuyendo al esfuerzo mundial por un futuro más equitativo y sostenible.

2.3. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y su rol en la gestión ambiental en Ecuador

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) es la red mundial de la Organización de las Naciones Unidas, presente en cerca de 170 países y territorios para erradicar la pobreza y reducir la exclusión social. Para ello, trata de ayudar a los países para que desarrollen políticas, liderazgo, capacidades institucionales y tecnologías que permitan la aplicación de los ODS.

Estructura del PNUD - Ecuador

- Sección 1 - Horizontes que nos guían.
- Sección 2 - Gobernabilidad.
- Sección 3 - Desarrollo económico.

- Sección 4 - Ambiente.
- Sección 5 - Gestión de riesgos.
- Sección 6 - Servicios de Gestión.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Gestión ambiental en Ecuador

En el Ecuador, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Gestión ambiental brinda asistencia técnica y promueve los espacios de coordinación y de diálogo entre gobiernos, sector privado, sociedad civil, academia y cooperación internacional, como medio para lograr fortalecer las alianzas estratégicas que, mediante la acción climática, la conservación ambiental y el desarrollo sostenible, se establecen.

Ante la crisis climática

La gestión del cambio climático es uno de los focos principales del PNUD en Ecuador, con énfasis en la adaptación, mitigación y financiamiento. Entre las iniciativas destacan:

Generación de energía en Ecuador:

- Un avance significativo en generación de energía limpia, con el 85% de la electricidad proveniente de fuentes hidroeléctricas.
- La persistencia del uso de combustibles fósiles en el transporte, que representa el 99.9% del total, generando emisiones importantes de CO₂.
- La promoción de la electromovilidad, incluyendo la instalación de estaciones de carga ultrarrápida para vehículos eléctricos (por ejemplo, en Pichincha).
- La implementación del plan “Greening the Office,” que busca reducir la huella de carbono mediante la sustitución de vehículos a gasolina por eléctricos o híbridos, la reducción de viajes

aéreos, manejo sostenible de residuos, reciclaje y compras responsables.

Biodiversidad en Ecuador

Ecuador es reconocido globalmente por su alta biodiversidad y riqueza cultural. El país alberga el 18% de las especies de aves del mundo, el 9% de los anfibios y la mayor diversidad de orquídeas registrada globalmente, con 56 áreas naturales protegidas entre ecosistemas terrestres, marinos y costeros.

Programas de conservación destacados

Programa Socio Bosque: Contribuye a la lucha contra el cambio climático, reconociendo a las comunidades rurales e indígenas como actores fundamentales en la conservación.

Conservar bosques y producir de manera sostenible

Los bosques ecuatorianos cubren un 51.2% del territorio continental y juegan un rol vital en la absorción de CO₂, regulación climática, purificación del aire y protección de la biodiversidad. Sin embargo, la principal causa de deforestación es la transformación de estos bosques en pastizales para actividades agropecuarias.

Gestión de recursos hídricos

El agua es fundamental para la agricultura, la industria y los ecosistemas, aunque su manejo presenta deficiencias claras, como la contaminación de fuentes y la sobreexplotación de acuíferos. La participación activa de mujeres y comunidades en la gestión hídrica permite mejorar la toma de decisiones, la construcción de infraestructura y asegurar la disponibilidad de agua limpia para futuras generaciones.

Contaminación por sustancias químicas

Ecuador enfrenta problemas graves de contaminación por químicos peligrosos, especialmente en zonas agrícolas e

industriales, afectando particularmente a grupos vulnerables y profundizando desigualdades sociales y ambientales. Entre las medidas adoptadas figuran la declaración de las Galápagos como Zona Cero PCB y el apoyo a mujeres recolectoras de minerales (“jancheras”) en la mejora de salud, formación y emprendimientos sostenibles.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Ecuador desempeña un papel crucial en la promoción del desarrollo sostenible y la gestión ambiental, al brindar asistencia técnica, fortalecer capacidades institucionales y fomentar la coordinación entre diversos actores sociales, gubernamentales y privados. Sus iniciativas en energía limpia, electromovilidad y reducción de la huella de carbono muestran un compromiso con la mitigación del cambio climático, mientras que la conservación de la biodiversidad y la protección de los bosques reflejan la importancia de integrar la sostenibilidad ambiental en la planificación nacional.

La participación activa de comunidades locales y la inclusión de grupos vulnerables en programas como Socio Bosque y la gestión hídrica evidencian la relevancia de enfoques inclusivos para alcanzar objetivos de desarrollo sostenible. Asimismo, las estrategias de manejo de sustancias químicas peligrosas subrayan la necesidad de políticas ambientales que reduzcan riesgos para la salud y promuevan la equidad social. En conjunto, las acciones del PNUD en Ecuador consolidan un modelo integral que combina adaptación al cambio climático, conservación de recursos naturales y fortalecimiento institucional para garantizar un desarrollo sostenible y resiliente.

2.4. Plan Nacional de Desarrollo y sostenibilidad ambiental en Ecuador

La planificación del desarrollo nacional en Ecuador integra de manera estratégica la protección del medio ambiente y la

sostenibilidad en el uso de los recursos naturales. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2021-2025 establece que la gestión de sectores considerados estratégicos, como energía, agua, hidrocarburos, minería y biodiversidad, debe estar alineada con los principios constitucionales del país, buscando garantizar el uso responsable de los recursos mientras promueve la equidad social y el crecimiento económico (Ecuador. Consejo Nacional de Planificación, 2024). Las políticas ambientales ecuatorianas se dirigen a salvaguardar el patrimonio natural; la adaptación al cambio climático y la transición a los modelos de economía circular. Ecuador, bajo esta perspectiva, da prioridad a la adopción de medidas integradas para asegurar, además, la sostenibilidad de la infraestructura, de la energía y de los recursos hídricos, considerando el bienestar de las generaciones actuales y las futuras.

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2021-2025

El PND es un instrumento estratégico del Estado ecuatoriano que fija metas, políticas y acciones para guiar el crecimiento económico, social y ambiental durante el período 2021-2025. Su propósito es coordinar sectores clave, como energía, transporte, agua, minería y biodiversidad, para fomentar un desarrollo inclusivo, equitativo y sostenible. Este plan también garantiza el uso responsable de los recursos naturales, el fortalecimiento de la infraestructura y una mejor calidad de vida para la población, incorporando los compromisos internacionales y objetivos de desarrollo sostenible.

Eje: Infraestructura, Energía y Medio Ambiente

Objetivo 7: Uso responsable de recursos naturales y sostenibilidad ambiental

El Plan Nacional de Desarrollo señala que la gestión de sectores estratégicos como energía, agua, telecomunicaciones,

hidrocarburos y biodiversidad debe cumplir con el mandato constitucional (arts. 313 y 314) que identifica al Estado como responsable de la provisión y regulación de estos servicios. Se enfatiza la conciliación entre desarrollo económico, acción climática, protección del patrimonio natural y equidad social, para asegurar un uso sostenible de los recursos para las generaciones actuales y venideras (Ecuador. Consejo Nacional de Planificación, 2024).

Principales políticas:

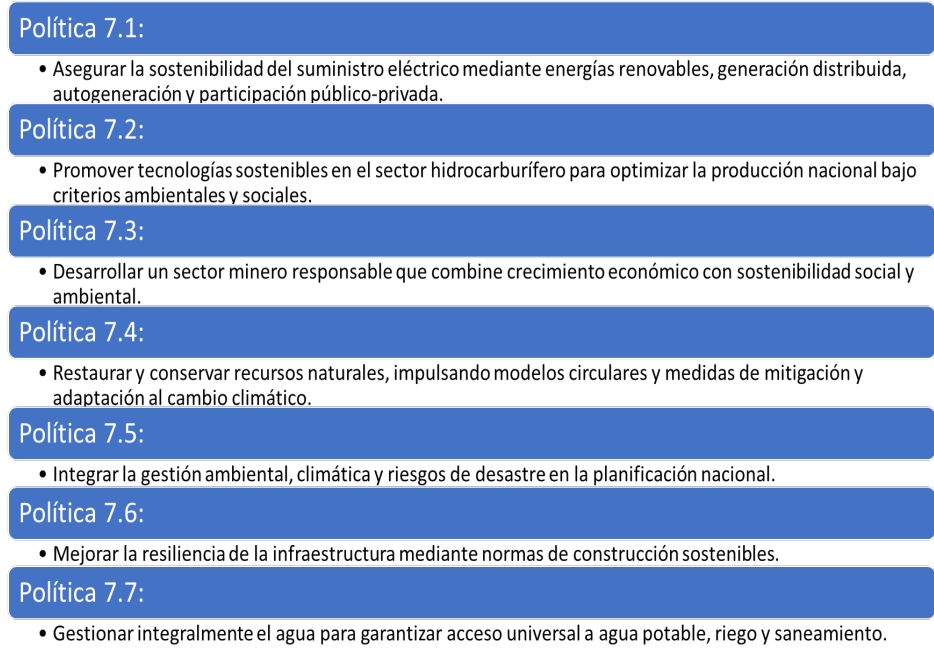


Figura 2.10. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Fuente: Ecuador. Consejo Nacional de Planificación (2024).

La Figura 2.10 Las principales políticas del uso responsable de recursos naturales y sostenibilidad ambiental

Metas destacadas para 2025:

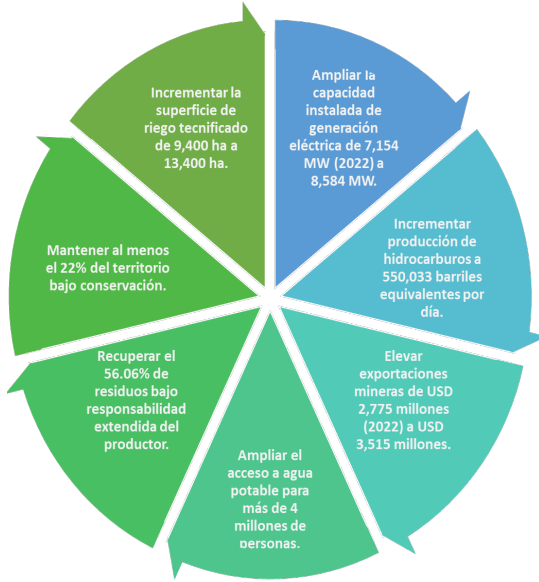


Figura 2.11. Metas de sostenibilidad

Fuente: Ecuador. Consejo Nacional de Planificación (2024).

La Figura 2.11 contiene los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), metas interconectadas para lograr un futuro más sostenible y equitativo para todos.

Objetivo 8: Impulsar la conectividad como motor de desarrollo sostenible

Este objetivo se fundamenta en reconocer como competencias estatales estratégicas las telecomunicaciones, transporte y logística (arts. 261, 313, 394). La conectividad digital y física es vital para la competitividad nacional, integración territorial y la transición a tecnologías modernas como 5G, además de garantizar transporte seguro y sostenible (Ecuador. Consejo Nacional de Planificación, 2024).

Políticas:

- Política 8.1: Extender la cobertura 4G y fibra óptica, especialmente en zonas rurales y fronterizas.
- Política 8.2: Optimizar el transporte multimodal, mejorar seguridad vial, reducir accidentes aéreos y gestionar sosteniblemente la red vial, promoviendo alianzas público-privadas.

Metas para 2025:

- Aumentar cobertura 4G de 78% (2022) a 80%.
- Elevar la cobertura de internet fijo por fibra óptica rural de 75.8% (2022) a 86.7%.
- Reducir la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito de 13.37 (2023) a 12.66 por cada 100,000 habitantes.
- Mantener tasa cero en accidentes del transporte aéreo comercial.
- Mejorar el estado de la Red Vial Estatal, aumentando mantenimiento de 24.6% (2023) a 26.9% (2025).

El Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 consolida una estrategia integral que combina crecimiento económico, equidad social y protección ambiental, asegurando la sostenibilidad de los recursos naturales y la infraestructura para las generaciones presentes y futuras. La planificación estratégica del país prioriza sectores clave como energía, agua, biodiversidad, transporte y telecomunicaciones, alineándolos con los compromisos constitucionales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La adopción de políticas enfocadas en el uso responsable de recursos, la conectividad digital y física, y la transición hacia tecnologías modernas demuestra un enfoque orientado a fortalecer la competitividad nacional, la integración territorial y la resiliencia frente al cambio climático. El plan establece un marco que promueve un desarrollo inclusivo, sostenible y equitativo,

integrando objetivos sociales, económicos y ambientales de manera coherente y medible.

El análisis evidencia cómo Ecuador articula el desarrollo sostenible con su marco político, legal y estratégico, mostrando que este enfoque integra de manera equilibrada los pilares económico, social y ambiental, orientados a satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. La adopción de la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible permite al país alinear sus políticas nacionales con compromisos internacionales, adaptando las metas globales a las particularidades y necesidades locales.

El Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 refleja cómo el Estado incorpora sostenibilidad y gestión ambiental en sectores estratégicos como energía, agua, biodiversidad, infraestructura y conectividad, promoviendo el uso responsable de los recursos, la equidad social y la resiliencia frente al cambio climático. Las políticas y metas establecidas buscan fortalecer la infraestructura, mejorar la competitividad, garantizar inclusión social y proteger el medio ambiente.

Estas acciones muestran que el desarrollo sostenible en Ecuador constituye un instrumento de planificación y gestión que combina estrategias globales y locales, promoviendo un crecimiento equitativo, ambientalmente responsable y socialmente inclusivo.



CAPÍTULO

Empresa, medio ambiente y
responsabilidad ambiental

El presente capítulo se ocupa de la función que imprime el sector privado en cuanto a la conservación y cuidado del medio ambiente, y cómo se promueven y desarrollan prácticas responsables. Se hace referencia a ese entorno que es puesto a la disposición de las industrias de manera intensiva, a través de componentes generadores de residuos y emisiones contaminantes. Se analiza el impacto importante que genera la producción de energía en base a combustibles fósiles en cuanto al cambio climático y la salud pública.

En este sentido, se introduce la responsabilidad ambiental de la empresa como el compromiso, voluntario, ético y social, para prevenir, minimizar y reparar los daños producidos por su actividad. También se hace referencia a la estrategia de producción más limpia como una herramienta más que nos permitirá llegar a tener una gestión más sostenible, orientada a reducir el impacto en el medio ambiente sin dejar de lado la eficiencia productiva.

Este capítulo permitirá al lector entender la importancia de incorporar la sostenibilidad ambiental a la gestión empresarial, como un sorprendente determinante para el desarrollo económico y la conservación del planeta.

Las empresas, en su operación, generan diversos impactos sobre el medio ambiente que deben ser gestionados de manera responsable para minimizar sus efectos negativos. La responsabilidad ambiental empresarial implica un compromiso ético, social y legal para proteger el entorno y promover prácticas sostenibles que mitiguen el impacto ambiental.

3.1. Impactos de la industria: emisiones, residuos, uso de agua y energía

Las actividades empresariales originan diversos tipos de impactos ambientales, dependiendo de su sector económico. Entre ellos se encuentran:

- Emisiones atmosféricas: Liberación al aire de gases contaminantes como dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión.
- Residuos sólidos y peligrosos: Incluyen plásticos, productos químicos, metales pesados y aceites usados.
- Vertidos líquidos: Aguas industriales contaminadas que pueden afectar ecosistemas acuáticos si no son tratadas adecuadamente.
- Consumo de recursos naturales: Alta demanda de agua, combustibles fósiles y energía eléctrica.

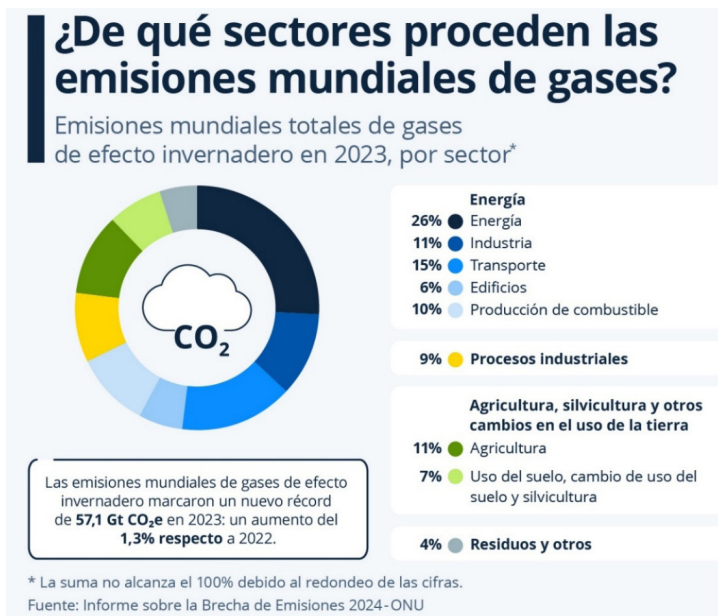


Figura 3.1. Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero por sector industrial.

Fuente: Melo (2024).

La Figura 3.1 ilustra la contribución porcentual de los distintos sectores industriales a las emisiones globales de gases de efecto invernadero, destacando su impacto en el medio ambiente.

Ejemplo: Contaminación por producción de energía

La producción de energía es uno de los aspectos fundamentales para el desarrollo cotidiano de la sociedad moderna, desde la electricidad que se distribuye a los hogares domésticos, o el combustible que hay que utilizar para alimentar las fábricas y el sector del transporte. La producción de energía a partir de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural, es una de las principales fuentes de contaminación ambiental puesto que produce gases de efecto invernadero (GEI) que favorecen

el calentamiento de la atmósfera; teniendo en cuenta los datos del 2024, las emisiones mundiales de dióxido de carbono aumentaron debido al mayor consumo de carbón y gas natural, especialmente en países como China o India donde la población se vio sometida en aquel momento a intensas olas de calor que conllevaron un incremento de la demanda de refrigeración, hecho que provocó que se incrementara un 0,8% anual la emisión de CO₂, alcanzando los 37.800 millones de toneladas (Euronews, 2025).

Cómo contribuye la producción de energía a la contaminación del aire



Figura 3.2. Contribución de la producción energética a la contaminación atmosférica.

Fuente: Partida (2023).

La Figura 3.2 muestra los procesos y fuentes mediante los cuales la producción de energía, especialmente la basada en combustibles fósiles genera contaminantes atmosféricos.

La producción de energía mediante combustibles fósiles es una de las principales causas de la contaminación ambiental a nivel

mundial. Para la producción de electricidad, calor o movimiento, se queman combustibles que emiten distintos contaminantes nocivos para la salud de las personas y la del medio ambiente.

Contaminantes

Durante la combustión de combustibles fósiles se emiten varios contaminantes atmosféricos, entre ellos:

Dióxido de carbono (CO_2): Principal responsable del efecto invernadero y del calentamiento global.

- **Monóxido de carbono (CO):** Gas tóxico generado por combustión incompleta, que impide el transporte eficaz de oxígeno en la sangre.
- **Óxidos de azufre (SOx):** Provocan la lluvia ácida y afectan la salud respiratoria.
- **Óxidos de nitrógeno (NOx):** Contribuyen al smog y a la lluvia ácida, dañando ecosistemas y salud humana.
- **Partículas en suspensión (PM2.5 y PM10):** Proviene de cenizas y hollín, causando daños graves a pulmones, corazón y cerebro.
- **Metales pesados:** Tóxicos como mercurio, cadmio y plomo, contaminan el ambiente y afectan el sistema nervioso.
- **Hidrocarburos Volátiles (COV):** Contribuyen al smog y algunos tienen propiedades cancerígenas.

Consecuencias

Degradación de ecosistemas

La generación de energía que proviene de **fuentes no renovables**, como es el caso de **combustibles fósiles**, provoca **graves impactos medio ambientales** que a largo plazo afectan la calidad del aire, del agua y los ecosistemas.

Entre los principales efectos destacan:

- **Contaminación atmosférica:** generada por gases emitidos en la combustión de combustibles que producirán gases tóxicos, lluvia ácida, daño de la capa de ozono y, como consecuencia, el incremento del calentamiento global y la temperatura de la Tierra.
- **Lluvias ácidas:** originadas por óxidos de azufre y de nitrógeno al entrar en contacto con vapor de agua, producen ácidos que dañan el suelo, alteran el pH de los ríos y durante su proceso de dilución se convierten en malas compañeras que atacan contra la biodiversidad.
- **Contaminación del agua y del suelo:** residuos industriales con metales pesados, derrames de petróleo, agua caliente de las centrales térmicas, contaminación de los cuerpos de agua y reducción del oxígeno disponible.
- **Explotación intensiva de recursos:** actividades como la minería que destruyen hábitats, quienes entran en contacto con líquidos ácidos y requieren grandes cantidades de agua, por el impacto que producen sobre un ecosistema.

Efectos en la salud

A nivel global, la contaminación del aire por partículas finas (PM_{2,5}) y ozono causa aproximadamente 8,34 millones de muertes al año. Más de la mitad de estas muertes están asociadas a enfermedades cardiometabólicas, además de accidentes cerebrovasculares, EPOC, cáncer, y problemas en el desarrollo fetal e infantil.

Según Lelieveld et al. (2023), 5,13 millones de estas muertes se deben específicamente a la quema de combustibles fósiles, lo que sugiere que podrían evitarse si se eliminan progresivamente estas fuentes de energía.

Emisiones de carbono por sectores – Optimización de la producción energética

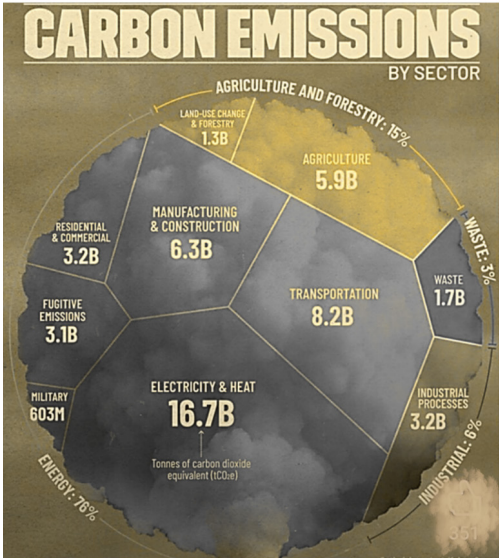


Figura 3.4. Distribución de emisiones de carbono por sector industrial.

Fuente: Rao (2025).

La Figura 3.4 muestra la distribución de las emisiones de carbono entre diversos sectores económicos, sirviendo como base para identificar áreas de optimización y reducción de impacto ambiental.

Soluciones

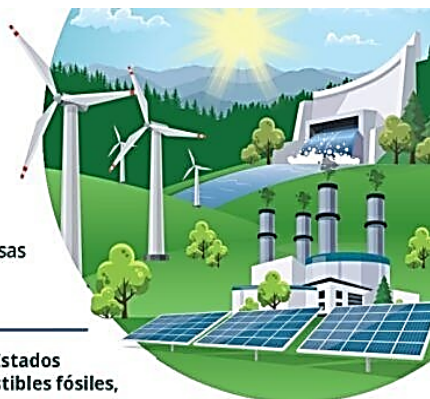
Para mitigar los impactos, es básico sustituir combustibles fósiles por energía solar, eólica e hidráulica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que más del 90% de la población mundial respira aire contaminado. Las políticas de sustitución de combustibles fósiles pueden llegar a reducir hasta un 80% las emisiones de CO₂ y otros contaminantes para 2050. Este

cambio puede salvar millones de vidas y reducir notablemente la morbilidad y la mortalidad por enfermedades respiratorias.



Gases de efecto invernadero de la energía eléctrica

La energía eléctrica se genera a través de diversas tecnologías que utilizan combustibles fósiles, combustibles nucleares o energías renovables.



Alrededor del 60% de la electricidad de Estados Unidos proviene de la quema de combustibles fósiles, principalmente carbón y gas natural.¹



En 2022, la generación de energía eléctrica produjo la segunda mayor proporción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Estados Unidos.²

Formas de reducir los GEI de la electricidad



Nuevas normas, objetivos y programas de **eficiencia energética**.



Ampliación del uso de fuentes de energía renovables (eólica, solar, geotérmica, etc.).



Estándares de rendimiento nuevos o más estrictos para las unidades de generación eléctrica.

BENEFICIOS PARA EL PÚBLICO³



Precios de electricidad más bajos



Mejora de la calidad del aire



Fortalecimiento de la seguridad energética



Nuevos empleos



Sistema energético más eficiente y confiable



Más renta disponible para empresas y ciudadanos

Figura 3.5. Transición hacia energías renovables como solución ambiental.

Fuente: United States Environmental Protection Agency (2024).

La Figura 3.5 representa las diversas fuentes de energía renovable (solar, eólica, hidroeléctrica) y su papel crucial en la reducción de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes para un futuro sostenible.

Responsabilidad ambiental y producción más limpia

La responsabilidad ambiental empresarial implica que la empresa se compromete voluntariamente a prevenir, minimizar y reparar los impactos de sus operaciones.

Principios clave:

- Prevención de la contaminación por actividades económicas
- Uso eficiente de recursos naturales impulsado el reciclaje
- Mejora continua de las tecnologías, reduciendo la huella de carbono
- Cumplimiento legal a las normativas nacionales e internacionales

Producción más limpia:

Es una estrategia que busca reducir impactos ambientales desde la fuente mediante tecnologías limpias, optimización de procesos y reúso de materiales.

La inacción de las industrias perjudica el medioambiente

La deforestación representa el 15 % de las emisiones globales de carbono, con la industria de alimentos y otros productos básicos como su mayor impulsor.

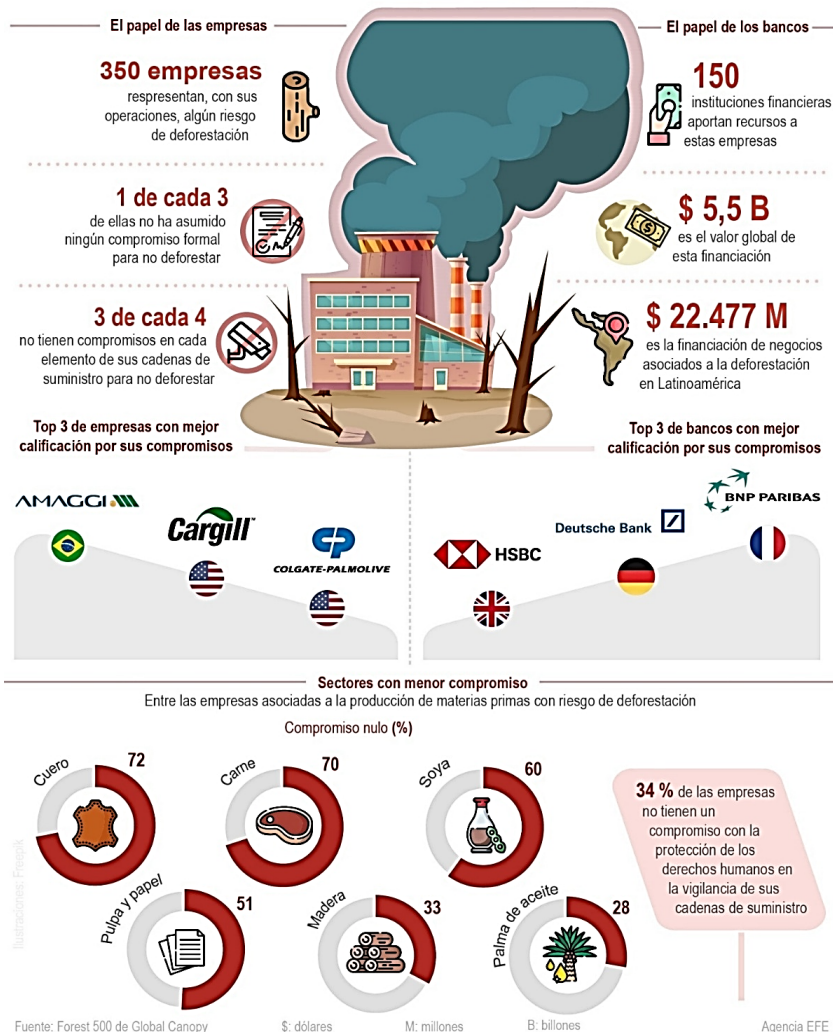


Figura 3.6. Estrategias para una producción más limpia y sostenible en la industria.

Fuente: Boyacá Sie7e Días NIT (2022).

La Figura 3.6 representa los principios de la producción más limpia, que busca minimizar los impactos ambientales desde el origen, optimizando procesos y promoviendo la reutilización de materiales en las empresas. Las actividades industriales representan una de las principales fuentes de impactos ambientales a nivel global, debido a la generación de emisiones atmosféricas, residuos sólidos y líquidos, así como el consumo intensivo de recursos naturales como agua, combustibles fósiles y energía eléctrica. Estos impactos no solo afectan la calidad del aire, del agua y del suelo, sino que también comprometen la salud de los ecosistemas y de la población, provocando fenómenos como el calentamiento global, la lluvia ácida, la contaminación de cuerpos de agua y la pérdida de biodiversidad.

La producción de energía basada en combustibles fósiles, en particular, se identifica como uno de los factores más críticos, contribuyendo a la liberación de dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, partículas en suspensión y metales pesados, los cuales tienen consecuencias directas en la incidencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, metabólicas y neurológicas, así como en la mortalidad prematura a nivel mundial.

La mitigación de estos efectos requiere la adopción de estrategias integrales que incluyan la transición hacia energías renovables (solar, eólica e hidroeléctrica), la implementación de procesos de producción más limpia y la optimización de los recursos mediante la digitalización y la innovación tecnológica. Asimismo, la responsabilidad ambiental empresarial se vuelve un elemento clave, incentivando la prevención de la contaminación, el reúso y reciclaje de materiales, la mejora continua de tecnologías, y el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales.

Promover políticas de eficiencia energética, reducción de emisiones y gestión sostenible de recursos naturales no solo contribuye a la protección ambiental y a la salud pública, sino que también fortalece la competitividad de los sectores industriales,

facilita la entrada a mercados internacionales y garantiza la sostenibilidad económica y social a largo plazo. En conjunto, estas acciones constituyen un marco necesario para avanzar hacia un modelo industrial que minimice su impacto ambiental, garantice la conservación de los ecosistemas y favorezca un desarrollo sostenible integral.

3.2. Producción más limpia: una estrategia empresarial sostenible

La producción más limpia se configura como una estrategia clave para que las empresas reduzcan su impacto ambiental de manera integral, abordando la contaminación y el uso de recursos desde la fuente en lugar de gestionarla únicamente al final del proceso productivo. Este enfoque promueve la implementación de tecnologías limpias, la optimización de los procesos productivos, la reutilización y el reciclaje de materiales, así como la eficiencia en el uso de recursos como agua, energía y materias primas. A diferencia de los enfoques tradicionales, que tratan los residuos como un problema posterior, la producción más limpia busca prevenir la contaminación, disminuir el consumo de recursos y fomentar una operación industrial más sostenible y rentable.

En Ecuador, diversas empresas han adoptado estas prácticas para mejorar su desempeño ambiental y competitivo. Un ejemplo destacado es Cervecería Nacional, que ha implementado medidas orientadas a la eficiencia energética, la gestión eficiente del agua y la reutilización de subproductos en sus procesos, contribuyendo no solo a la reducción de emisiones y residuos, sino también a la optimización de costos y la mejora de la reputación corporativa.

La adopción de estrategias de producción más limpia genera beneficios tangibles tanto para el medio ambiente como para la empresa. La sustitución de combustibles fósiles por energías renovables reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que disminuye los costos de energía a largo plazo. La optimización del uso de agua permite

reducir la huella hídrica, evitando la sobreexplotación de fuentes y asegurando disponibilidad para futuros procesos, al mismo tiempo que reduce los gastos por consumo. El reúso y reciclaje de materiales contribuye a la reducción de residuos sólidos y peligrosos, disminuyendo la presión sobre los vertederos y los ecosistemas, y al mismo tiempo genera ahorro en materias primas, fortaleciendo la rentabilidad de la empresa.

Además, la producción más limpia impulsa la innovación tecnológica y el desarrollo de capacidades internas en las organizaciones, fomentando una cultura de mejora continua y responsabilidad ambiental. Esto, a su vez, facilita el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales, el acceso a certificaciones ambientales reconocidas y la apertura a mercados que valoran la sostenibilidad, posicionando a la empresa como un actor comprometido con la conservación ambiental y la eficiencia económica.

La producción más limpia no solo contribuye a la protección del medio ambiente, sino que también se convierte en una herramienta estratégica para lograr competitividad, eficiencia y sostenibilidad empresarial, consolidando un modelo de desarrollo industrial responsable y alineado con los objetivos de desarrollo sostenible.

Tabla 3.1. Beneficios de estrategias de producción más limpia.

Estrategia de producción más limpia	Beneficio ambiental	Beneficio empresarial
Sustitución de combustibles fósiles por renovables	Disminución de GEI	Reducción de costos energéticos a largo plazo
Optimización del uso de agua	Menor huella hídrica	Ahorro en tarifas y mayor eficiencia productiva
Reúso y reciclaje de materiales	Reducción de residuos	Ahorro en materias primas

La Tabla 3.1 refleja claramente cómo la implementación de estrategias de producción más limpia genera beneficios tanto ambientales como empresariales, demostrando la estrecha relación entre sostenibilidad y competitividad.

En primer lugar, la sustitución de combustibles fósiles por fuentes de energía renovables contribuye directamente a la disminución de gases de efecto invernadero (GEI), mitigando el cambio climático y reduciendo la huella ambiental de la empresa. Al mismo tiempo, este cambio permite un ahorro energético a largo plazo, al disminuir la dependencia de combustibles fósiles, cuyos costos son variables y pueden ser elevados, favoreciendo la estabilidad financiera y la rentabilidad empresarial.

En segundo lugar, la optimización del uso de agua implica un manejo más eficiente de este recurso crítico, lo que se traduce en una menor huella hídrica y en la preservación de los ecosistemas acuáticos. Desde la perspectiva empresarial, se logra un ahorro en tarifas de agua y se incrementa la eficiencia productiva, reduciendo pérdidas y mejorando la sostenibilidad de las operaciones industriales.

Finalmente, el reúso y reciclaje de materiales permite disminuir la generación de residuos sólidos y peligrosos, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales y reduciendo los impactos negativos sobre el medio ambiente. Para la empresa, esta estrategia se traduce en un ahorro en materias primas, optimizando costos y promoviendo un ciclo de producción más eficiente y responsable.

La tabla evidencia que las estrategias de producción más limpia no solo son fundamentales para reducir impactos ambientales, sino que también generan ventajas competitivas para las empresas al mejorar la eficiencia operativa, disminuir costos y fortalecer la reputación corporativa. Esto refuerza la idea de que sostenibilidad y rentabilidad pueden coexistir y reforzarse mutuamente dentro de un modelo empresarial moderno.

Las estrategias de producción más limpia se consolidan como un enfoque integral que permite a las empresas abordar la sostenibilidad desde la raíz de sus procesos productivos, priorizando la prevención de la contaminación y la eficiencia en el uso de recursos. Su implementación contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, al ahorro energético, al manejo eficiente del agua y a la disminución de residuos sólidos y peligrosos, fortaleciendo simultáneamente la conservación de los ecosistemas y la disponibilidad de recursos para el futuro.

Además, la adopción de estas prácticas promueve la innovación tecnológica, el desarrollo de capacidades internas y la cultura de mejora continua dentro de las organizaciones, lo que facilita el cumplimiento de normativas ambientales y el acceso a certificaciones reconocidas internacionalmente. Esto, a su vez, abre oportunidades de mercado, mejora la reputación corporativa y consolida la competitividad empresarial.

La producción más limpia no solo representa un compromiso ambiental, sino que también se convierte en un motor estratégico de eficiencia económica y sostenibilidad empresarial, demostrando que la rentabilidad y la responsabilidad ambiental pueden coexistir de manera efectiva dentro de un modelo de desarrollo industrial moderno y alineado con los objetivos de desarrollo sostenible.

3.3. Economía circular: estrategias empresariales para la sostenibilidad ambiental

La economía circular supone un proceso que trata de acabar con el modelo lineal de “sacar-producir-desechar” mediante un ciclo cerrado en el que los materiales y el recurso están en uso el máximo de tiempo posible. La Fundación Ellen MacArthur (2020) señala que este tipo de modelo empresarial promueve la redefinición de los productos, la reutilización de los componentes y el reciclaje de los materiales disminuyendo, así, el impacto ambiental y haciendo la producción más eficiente (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Modelo lineal vs. Modelo circular.

Modelo lineal	Modelo circular
Extraer → Producir → Usar → Desechar	Diseñar → Usar → Reusar → Reciclar → Regenerar

En Ecuador, diversas industrias textiles y de alimentos han comenzado a aplicar principios de circularidad, disminuyendo la generación de residuos y mejorando su competitividad.

Normativa ambiental y cumplimiento empresarial

La Constitución ecuatoriana consagra la naturaleza como sujeto poseedor de derechos, y el Código Orgánico del Ambiente (2017) establece regulaciones para la gestión de residuos, emisiones y el uso de recursos naturales. Cumplir con la normatividad no solo evita sanciones, sino que también contribuye a la reputación corporativa y facilita el acceso a mercados internacionales que exigen certificación ambiental (Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2025).

Certificaciones y estándares ambientales

Un mecanismo clave para garantizar la responsabilidad ambiental es la adopción de certificaciones reconocidas internacionalmente, tales como:

- **ISO-14001:** sistema de gestión ambiental.
- **ISO-50001:** eficiencia energética.
- **LEED:** construcción sostenible.
- **Carbono Neutro:** verificación de huella de carbono compensada.

Adoptar certificaciones reconocidas como ISO-14001 (gestión ambiental), ISO-50001 (eficiencia energética), LEED

(construcción sostenible) y Carbono Neutro es fundamental para validar prácticas sostenibles y atraer inversiones en mercados verdes.

Innovación tecnológica para la sostenibilidad

La digitalización y tecnologías innovadoras permiten reducir impactos ambientales mediante:

- Sensores IoT para monitoreo en tiempo real.
- Big Data para optimización de procesos.
- Integración de energías renovables en sistemas híbridos.
- Uso de inteligencia artificial para eficiencia en recursos.

La Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency, 2022) estima que la digitalización industrial podría disminuir un 20% las emisiones globales de CO₂ hacia 2040.

La economía circular representa un modelo empresarial innovador que reemplaza el esquema lineal de producción por un ciclo cerrado, fomentando la reutilización, el reciclaje y la regeneración de recursos, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia productiva. En Ecuador, la adopción de estos principios en sectores como la industria textil y alimentaria evidencia que la circularidad no solo disminuye la generación de residuos, sino que también mejora la competitividad y abre oportunidades en mercados que valoran la sostenibilidad.

Cumplir con la normativa ambiental nacional y obtener certificaciones internacionales como ISO-14001, ISO-50001, LEED y Carbono Neutro refuerza la responsabilidad corporativa, garantiza el cumplimiento legal y facilita el acceso a inversiones y mercados verdes.

Además, la incorporación de tecnologías digitales, sensores IoT, Big Data e inteligencia artificial permite optimizar procesos y disminuir significativamente las emisiones de CO₂, consolidando la

economía circular como un pilar estratégico para la sostenibilidad y la innovación empresarial.

La economía circular se consolida como un enfoque estratégico que permite a las empresas maximizar el uso de los recursos, reducir la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental, reemplazando el modelo lineal tradicional de producción. Su implementación en industrias ecuatorianas, especialmente en los sectores textil y alimentario, demuestra que la circularidad no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también incrementa la eficiencia productiva y la competitividad empresarial.

El cumplimiento de la normativa ambiental nacional y la adopción de certificaciones internacionales reconocidas, como ISO-14001, ISO-50001, LEED y Carbono Neutro, fortalecen la responsabilidad corporativa, facilitan el acceso a mercados verdes y aseguran la legalidad de las operaciones.

Asimismo, la integración de tecnologías digitales avanzadas, como sensores IoT, Big Data, sistemas híbridos de energías renovables e inteligencia artificial, permite optimizar procesos, reducir emisiones de CO₂ y promover la innovación en la gestión de recursos. En conjunto, la economía circular se perfila como un modelo empresarial sostenible, capaz de combinar rentabilidad, eficiencia y compromiso ambiental, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y las demandas de mercados conscientes de la sostenibilidad.



CAPÍTULO

Normas ISO 14001 y Sistemas de Gestión Ambiental

En este capítulo se examina la importancia y proyección de la norma ISO 14001 como la norma más importante en la gestión ambiental en un sentido global. La normalización ambiental se presenta como: “toda norma que establezca criterios que redunden en beneficio de las empresas, del consumidor y de la Administración pública”, en la que esta norma juega un papel destacado. La norma ISO 14001:2015 se presenta como la norma internacional que fija los requisitos para los Sistemas de Gestión Ambiental, cuyos objetivos son los de facilitar la gestión ambiental, así como la posibilidad de su revisión; se exponen las principales características que permiten entender mejor en qué consiste la norma ISO 14001:2015.

El lector es guiado paso a paso en el proceso de implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, que comienza con el compromiso de la alta dirección y termina con el proceso de certificación

del Sistema de Gestión Ambiental. Se recogen las ventajas y las mejores prácticas a seguir para trabajar mejor la norma ISO 14001 y maximizar así los resultados positivos que pueda otorgar, y aparecen algunos casos prácticos que ilustran cómo la norma ISO 14001 puede ayudar a empresas emprendedoras a modificar determinados aspectos de su desempeño ambiental y de su competitividad.

4.1. Normalización y certificación ambiental: estándares, ventajas y organismos

La normalización es un proceso colectivo cuyo objetivo es encontrar soluciones a problemas repetitivos mediante la creación, difusión y aplicación de normas que establezcan criterios claros. Esta actividad procura alcanzar tres metas principales:

- Simplificación: reducir la diversidad de modelos para conservar solo los necesarios.
- Unificación: facilitar el intercambio a nivel internacional mediante estándares uniformes.
- Especificación: evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso.

Una norma es un documento de aplicación voluntaria que establece especificaciones técnicas fundamentadas en la experiencia y el avance tecnológico. Estas normas resultan de un consenso entre los interesados y deben ser aprobadas por organismos de normalización reconocidos.

Para alinear criterios y establecer un lenguaje común entre empresas, administración, usuarios y consumidores, surge la normalización. Este proceso implica la elaboración, difusión y aplicación de normas específicas en los ámbitos correspondientes (Figuras 4.1, 4.2 y 4.3).

Ventajas de la normalización

Para las empresas:

Racionaliza la variedad y tipos de productos.
Favorece la aceptación del mercado mediante el uso de métodos normalizados.
Reduce existencias y costos de producción.
Optimiza la gestión empresarial y la prestación de servicios.
Facilita la creación y diseño de nuevos productos.
Agiliza el manejo de pedidos.
Simplifica la comercialización y exportación.
Mejora la gestión de compras.

Figura 4.1. Ventajas de la normalización para las empresas.

Para los consumidores:

Establece niveles mínimos de calidad y seguridad.
Proporciona información clara sobre características del producto.
Facilita la comparación entre opciones disponibles.

Figura 4.2. Ventajas de la normalización para los consumidores.

Para la Administración:

Simplifica la elaboración de regulaciones.

Permite definir políticas de calidad, ambientales y de seguridad.

Fomenta el desarrollo económico.

Promueve la agilidad en el comercio.

Figura 4.3. Ventajas de la normalización para la administración.

Se normalizan materiales (plásticos, acero, papel), productos (tornillos, herramientas), máquinas y conjuntos (motores, electrodomésticos), métodos de ensayo, temáticas como calidad del agua, medio ambiente, seguridad, gestión ambiental (auditorías, análisis de ciclo de vida), y gestión de seguridad y salud.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) promueve la elaboración de normas mediante sus Comités Técnicos. En particular, el Comité Técnico ISO/TC 207, creado en 1993, está enfocado en sistemas y herramientas de gestión ambiental, destacando normas como la ISO 14001 (International Organization for Standardization, 2015a).

Por otra parte, la certificación es la declaración por parte de un organismo externo que confirma que una empresa, producto, proceso o servicio cumple con los requisitos de una norma específica.

La normalización constituye un mecanismo fundamental para establecer criterios claros y uniformes que faciliten la comunicación, el intercambio y la eficiencia entre empresas, consumidores y administraciones. Mediante la creación de normas basadas en el consenso y la experiencia tecnológica, se promueve la simplificación, unificación y especificación de procesos, productos y servicios.

En el ámbito ambiental, la normalización permite a las organizaciones implementar sistemas de gestión sostenibles, medir y controlar su desempeño ambiental, y alinearse con estándares internacionales como la ISO 14001 (International Organization for Standardization, 2015a). La certificación de cumplimiento, realizada por organismos externos, valida estas prácticas, mejora la reputación corporativa, asegura la confianza de los consumidores y facilita el acceso a mercados que valoran la sostenibilidad.

La normalización y certificación ambiental fortalecen la competitividad empresarial, promueven la eficiencia de los recursos y consolidan la responsabilidad ambiental como parte integral de la gestión organizacional.

4.2. ISO 14001-2015: Norma Internacional para la Gestión Ambiental

La ISO 14001 es la norma internacional principal para sistemas de gestión ambiental, creada por ISO. Proporciona a las organizaciones un marco para proteger el medio ambiente y responder a cambios en las condiciones ambientales, manteniendo un equilibrio con necesidades socioeconómicas (International Organization for Standardization, 2015a).

Esta norma es la tercera edición, que reemplaza la ISO 14001:2004, y fue revisada para:

- Mantener su vigencia y aplicabilidad por al menos diez años.
- Incluir conceptos de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
- Facilitar la mejora continua del desempeño ambiental.
- Resaltar la importancia de cumplir requisitos legales y otros compromisos.
- Mantener un enfoque genérico aplicable a todo tipo de organizaciones.
- Fomentar la consciencia organizacional sobre su impacto ambiental.
- Incorporar la evaluación de riesgos, oportunidades y partes interesadas.
- Integrar la gestión ambiental en la estrategia corporativa.
- Mejorar la comunicación externa del desempeño ambiental.
- Añadir perspectivas de ciclo de vida y cadena de valor.
- Ampliar el concepto de prevención de la contaminación.
- Optimizar la compatibilidad con otros sistemas de gestión ISO mediante Anexo SL.
- Emplear un lenguaje claro para facilitar interpretación y aplicación.

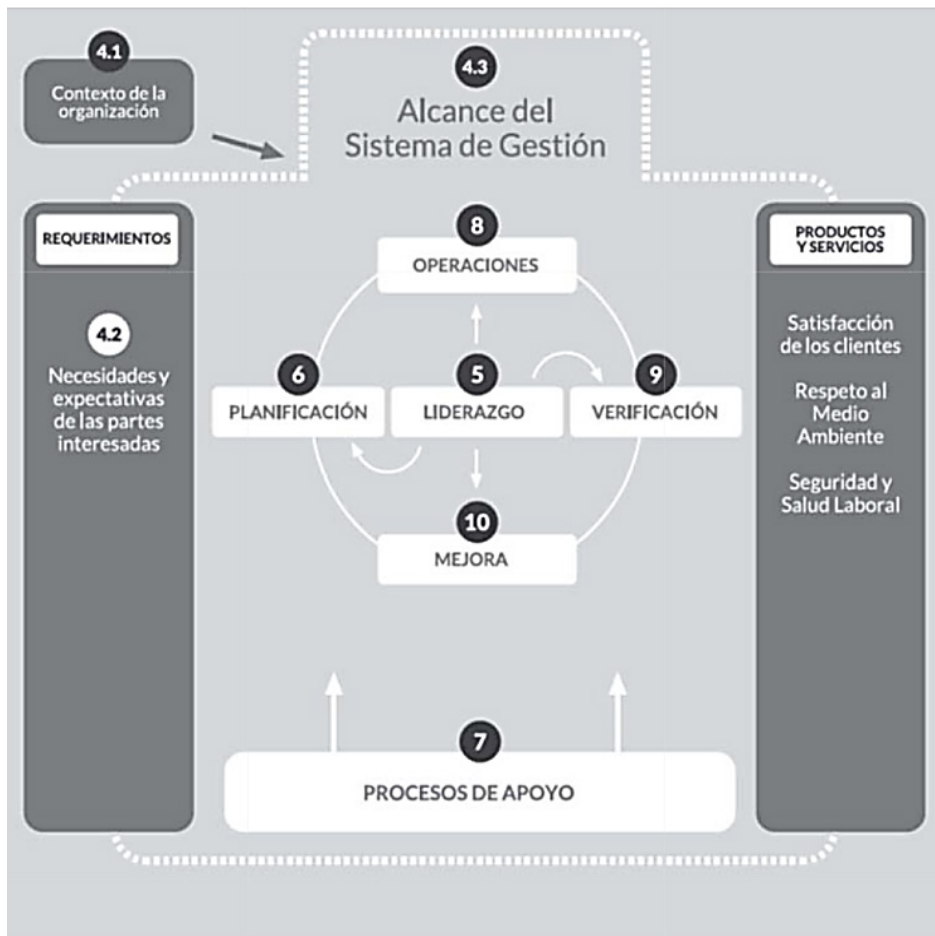


Figura 4.4. Marco de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) según ISO 14001.

Fuente: International Organization for Standardization (2015a).

La Figura 4.4 ilustra los elementos fundamentales de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) conforme a la norma ISO 14001, proporcionando un marco para la protección del medio ambiente y el cumplimiento normativo.

Características:

- Determina los requisitos para diseñar e implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).
- Es la certificación ISO más importante relacionada con sostenibilidad.
- Ayuda a las empresas a usar recursos de manera más eficiente, obteniendo ventajas competitivas.
- Sirve para proteger el medio ambiente a nivel organizacional.

El análisis de la Tabla 4.1 evidencia que las normas ISO 9001, 14001 y 45001, si bien comparten la estructura del High Level Structure (HLS) y promueven la mejora continua, se orientan a objetivos claramente diferenciados según su foco principal. La ISO 9001 prioriza la gestión de la calidad, centrándose en la satisfacción del cliente, el control de procesos y la mejora de productos o servicios, abordando riesgos relacionados con la calidad (International Organization for Standardization, 2015b).

En contraste, la ISO 14001 se enfoca en la gestión ambiental, buscando minimizar impactos sobre el medio ambiente, cumplir con la normativa ambiental y optimizar el uso de recursos, considerando a la comunidad y el entorno como principales partes interesadas (International Organization for Standardization, 2015a).

Por su parte, la ISO 45001 está orientada a la seguridad y salud en el trabajo, centrando su objetivo en prevenir lesiones y enfermedades laborales mediante la identificación y gestión de riesgos ocupacionales, promoviendo la participación activa de los trabajadores y el liderazgo en la prevención (International Organization for Standardization, 2018).

La tabla refleja que, aunque cada norma tiene un ámbito y enfoque específicos, su implementación conjunta permite a las organizaciones integrar calidad, sostenibilidad ambiental y

seguridad laboral, generando beneficios complementarios que fortalecen la eficiencia operativa, la responsabilidad social y la competitividad empresarial.

Tabla 4.1. Diferencias entre las normas ISO 9001, 14001 y 45001.

Aspecto	ISO 9001	ISO 14001	ISO 45001
Objeto principal	Gestión de la Calidad	Gestión Ambiental	Seguridad y salud en el trabajo
Objetivo central	Satisfacción del cliente	Minimizar impactos ambientales	Prevenir lesiones y enfermedades laborales
Alcance de aplicación	Todos los procesos que afectan la calidad	Procesos internos y externos con impacto ambiental	Procesos internos relacionados con la salud y seguridad laboral
Parte interesada clave	Cliente	Comunidad y medio ambiente	Trabajadores y partes interesadas internas
Enfoque	Mejora continua, calidad del producto o servicio	Cumplimiento ambiental y mejora del desempeño ambiental	Eliminación de peligros y reducción de riesgos laborales
Beneficio principal	Mejora en productos y servicios	Reducción de impactos y cumplimiento de la legislación ambiental	Mejora del ambiente laboral y reducción de accidentes
Tipos de riesgos tratados	Riesgos que afectan la calidad	Riesgos e impactos ambientales	Riesgos laborales (físicos, químicos, ergonómicos, etc.)
Cláusula destacada del HLS*	Enfoque al cliente y mejora	Perspectiva del ciclo de vida y cumplimiento legal	Participación de los trabajadores y liderazgo en SST
Ejemplo de aplicación práctica	Control de calidad en producción	Gestión de residuos y uso eficiente de recursos	Procedimientos de trabajo seguro y uso de EPP

Requisitos de la ISO 14001

Para obtener la certificación ISO 14001, la organización debe:

- Desarrollar e implementar un Sistema de Gestión Ambiental.
- Evaluar detalladamente su impacto ambiental.
- Definir objetivos y metas ambientales.
- Realizar seguimiento mediante métricas e indicadores.
- Introducir mejoras continuas a partir de revisiones periódicas.

La conformidad será validada por una auditoría externa realizada por un organismo independiente acreditado que certificará el cumplimiento. La ISO 14001-2015 constituye un marco integral para que las organizaciones gestionen su desempeño ambiental de manera sistemática y eficiente, alineando la protección del medio ambiente con los objetivos estratégicos y socioeconómicos (International Organization for Standardization, 2015a).

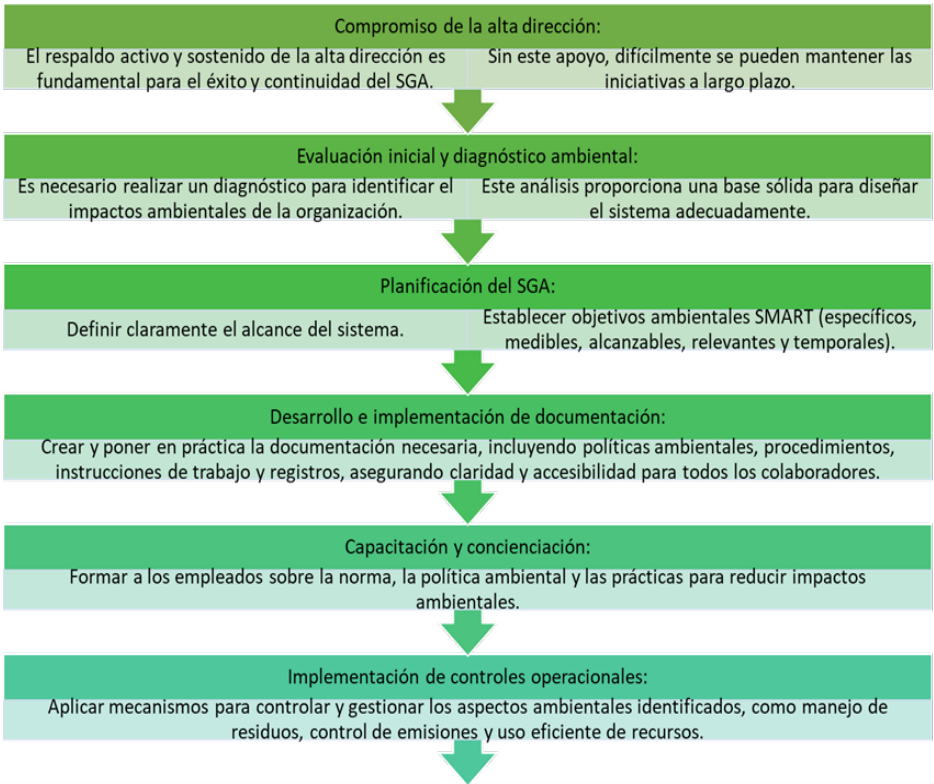
La norma promueve la mejora continua, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de requisitos legales, integrando la gestión ambiental en la planificación corporativa y considerando la perspectiva de ciclo de vida y cadena de valor. Su enfoque genérico y adaptable permite aplicarla a cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño o sector, fomentando la responsabilidad social y la sostenibilidad.

La certificación ISO 14001 no solo facilita la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de impactos ambientales, sino que también fortalece la competitividad empresarial, mejora la reputación corporativa y facilita el acceso a mercados que valoran prácticas sostenibles. La norma, al integrarse con otros sistemas de gestión ISO como ISO 9001 e ISO 45001, contribuye a un modelo de gestión empresarial más holístico y responsable, equilibrando calidad, seguridad laboral y sostenibilidad ambiental (International Organization for Standardization, 2015a).

4.3. Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) según ISO 14001

La Norma ISO 14001 es un estándar internacionalmente reconocido que establece los requisitos necesarios para implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en organizaciones de cualquier tamaño o sector. Implementar este sistema no solo mejora el desempeño ambiental de una empresa, sino que además puede ofrecer ventajas competitivas importantes (International Organization for Standardization, 2015a).

La implementación de la norma ISO-14001 puede parecer un proceso complejo, pero siguiendo un enfoque estructurado y sistemático es posible lograrlo con éxito. A continuación, se describen los pasos esenciales para la correcta implantación:



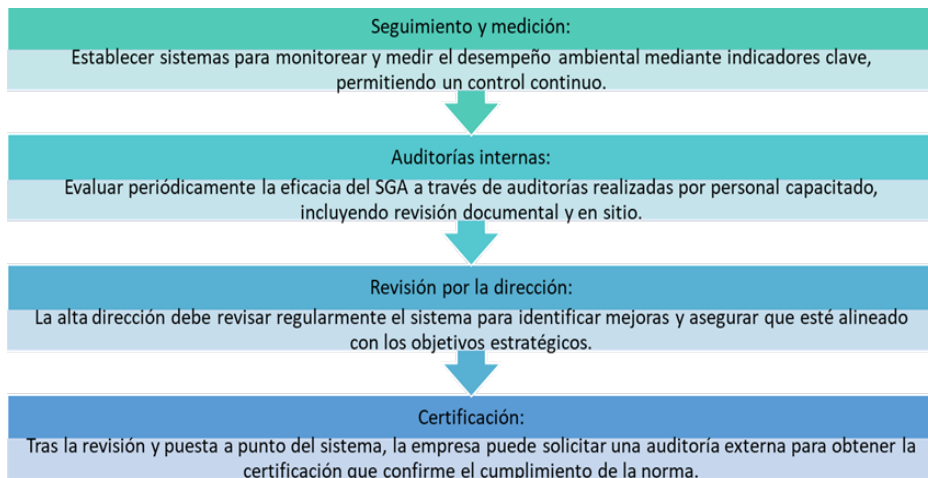


Figura 4.5. Buenas prácticas para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.

La única manera de lograr la implementación de la norma ISO 14001 (Figura 4.5) será llevar a cabo todas las etapas anteriormente descritas; a esa manera, es posible que desees añadir una serie de buenas prácticas que pueden dar lugar a un buen proceso y a buenos resultados sostenibles; estas buenas prácticas son las siguientes:

- Comunicación efectiva: Asegúrate de que toda la organización entienda la importancia del SGA y comprenda cuáles son sus responsabilidades.
- Fomentar la participación: Tener a todos los trabajadores dentro del proceso para fomentar una cultura de la sostenibilidad.
- Uso de tecnología: Usar herramientas digitales para la gestión y seguimiento de los datos ambientales.
- Mejora continua: Mantener un proceso de evaluación constante del SGA para darle respuesta a retos nuevos.

La implantación de un sistema de gestión ambiental de conformidad con la norma ISO 14001 en una empresa pasa por un proceso complejo, laborioso y detallado, pero los beneficios son muy importantes, desde la mejora del desempeño ambiental, hasta la obtención de una ventaja competitiva para la implantación de esta norma en la organización.

Beneficios de Implementar la ISO 14001

- Mejora del desempeño ambiental mediante la reducción de impactos negativos y optimización de recursos.
- Cumplimiento normativo que minimiza riesgos legales y sanciones.
- Reducción de costos relacionados con consumo y gestión de residuos.
- Ventaja competitiva por una imagen corporativa responsable y sostenible.
- Fomento de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.
- Mayor compromiso y motivación del personal.

La Figura 4.6 muestra los pasos para Implementar la ISO 14001 en una empresa.

Compromiso de la Dirección

- Es fundamental obtener el apoyo firme de la alta dirección para la implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Además, se debe establecer una política ambiental clara y comunicarla

Evaluación Inicial

- Realizar una revisión inicial para identificar los aspectos e impactos ambientales relacionados con las actividades, productos y servicios de la organización. También es necesario definir los requisitos legales y otros

Planificación

- Establecer objetivos y metas ambientales concretos, específicos y medibles. Es importante desarrollar programas diseñados para alcanzar

Implementación y Operación

- Clarificar los roles, responsabilidades y autoridad dentro de la empresa para la gestión ambiental. Es imprescindible capacitar y sensibilizar al personal sobre la norma y buenas prácticas. Se deben establecer

Monitoreo y Medición

- Controlar y medir regularmente el rendimiento ambiental utilizando indicadores clave, manteniendo registros detallados. Las auditorías

Revisión por la Dirección

- La alta dirección debe realizar revisiones periódicas del sistema para evaluar su eficacia, detectar áreas de mejora y ajustar las metas y

Mejora Continua

- Aplicar acciones correctivas y preventivas basadas en los resultados del seguimiento y auditorías. Fomentar una cultura de mejora constante en la gestión ambiental.

Figura 4.6. Pasos para Implementar la ISO 14001 en la Empresa.

Caso Práctico: Implementación de la ISO 14001 en una Empresa Emprendedora

Contexto

Juan es un emprendedor que ha fundado una empresa de productos de limpieza ecológicos llamada «EcoLimpio». Con el objetivo de que EcoLimpio sea reconocida como una empresa sostenible y responsable, Juan decide implementar la norma ISO 14001 para desarrollar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que mejore el desempeño ambiental de su empresa y optimice sus operaciones.

Paso a Paso para Implementar la ISO 14001

- Demostró su compromiso personal con la sostenibilidad y comunicó su visión a los colaboradores.
- Realizó un diagnóstico ambiental completo para identificar consumos y emisiones, además de normativas aplicables.
- Estableció objetivos como reducir electricidad en 20%, residuos no reciclables en 25%, y mejorar eficiencia hídrica en 15%, creando planes para lograrlos.
- Definió responsabilidades y asignó un coordinador ambiental, capacitando al equipo en políticas y procedimientos nuevos.
- Implementó mejoras prácticas como iluminación LED, reciclaje y optimización de recursos.
- Estableció monitorización regular del desempeño ambiental y documentó los resultados.
- Ejecutó auditorías internas periódicas con ajustes basados en hallazgos, más auditorías externas anuales.
- La dirección revisó trimestralmente el sistema para actualizar objetivos y políticas.

- Promovió acciones correctivas y preventivas, alimentando una cultura de mejora continua e innovación.

Beneficios Obtenidos

- Optimización operacional con ahorro energético y reducción de residuos.
- Cumplimiento normativo que minimiza riesgos legales y mejora la reputación.
- Imagen más atractiva para clientes conscientes, aumentando las ventas y la fidelidad.
- Cultura de mejora continua e innovación constante.
- Retención y atracción de talento comprometido con la sostenibilidad.
- Relación fortalecida con la comunidad mediante participación activa.

La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) basado en la norma ISO 14001 constituye una estrategia integral para que las organizaciones gestionen de manera eficiente su desempeño ambiental, optimicen el uso de recursos y minimicen impactos negativos. Este sistema proporciona un marco estructurado que permite cumplir con la normativa vigente, reducir riesgos legales, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la reputación corporativa (International Organization for Standardization, 2015a).

La adopción de buenas prácticas como la comunicación efectiva, la participación activa de los trabajadores, el uso de tecnologías digitales y la mejora continua asegura la sostenibilidad del Sistema de Gestión Ambiental y su adaptación a nuevos retos ambientales.

Los beneficios de la implementación son tangibles y multifacéticos: incluyen la reducción de costos asociados al consumo de energía

y gestión de residuos, la creación de una cultura organizacional orientada a la mejora continua, la motivación del personal y la consolidación de una ventaja competitiva basada en la sostenibilidad.

Casos prácticos, como el de la empresa EcoLimpio, demuestran que la implantación sistemática de la ISO 14001 permite no solo optimizar procesos internos, sino también incrementar la fidelidad de clientes conscientes, atraer talento comprometido y fortalecer la relación con la comunidad. En conjunto, un Sistema de Gestión Ambiental efectivo no solo protege el medio ambiente, sino que se convierte en un pilar estratégico de competitividad, innovación y responsabilidad social empresarial (International Organization for Standardization, 2015a).



CAPÍTULO

Métodos de Evaluación y Auditoría de Impactos Ambientales

Este capítulo se adentra en la comprensión y análisis de los impactos ambientales generados por las actividades humanas, un tema esencial para la gestión responsable del medio ambiente. Se explora el concepto de impacto ambiental y su clasificación técnica en Ecuador, facilitando la identificación de su magnitud e importancia. Además, se presentan diversos métodos para evaluar estos impactos, desde el juicio de expertos hasta sofisticados modelos cuantitativos y matrices de valoración, todos cruciales para anticipar y mitigar los efectos negativos sobre los ecosistemas.

También se profundiza en las auditorías ambientales, destacando su propósito, tipos y procedimientos, fundamentales para asegurar el cumplimiento normativo y mejorar continuamente. Con esta base, el lector podrá apreciar la importancia de medir y controlar las repercusiones ambientales como caminos hacia la sostenibilidad y la protección del entorno para las futuras generaciones.

5.1. Impacto ambiental: evaluación, clasificación y métodos de medición

El impacto ambiental es la transformación del medio ambiente, ya sea directa o indirectamente, ocasionada por un proyecto o actividad que se realiza en un área determinada. Es decir, en otras palabras y de una manera muy sencilla el impacto ambiental es la alteración del ambiente provocada por la acción del ser humano o de la acción de la naturaleza.

Ejemplo:

- Contaminación del aire, suelo, agua.
- Generación de residuos.
- Contaminación acústica.

Genera: empobrecimiento de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad.

Debido a:

Causas No Naturales

- Aprovechamiento de recursos.
- Contaminación por diferentes vías.
- Ocupación territorial modificando el suelo.

Causas Naturales

- Terremotos
- Deslaves
- Tsunamis
- Huracanes
- Erupciones volcánicas

Para poder entender cómo afecta la actividad humana al medio ambiente es necesario lograr medir su impacto ambiental, durante cuánto tiempo se sostienen las mismas y qué tan grave es la huella dejada.

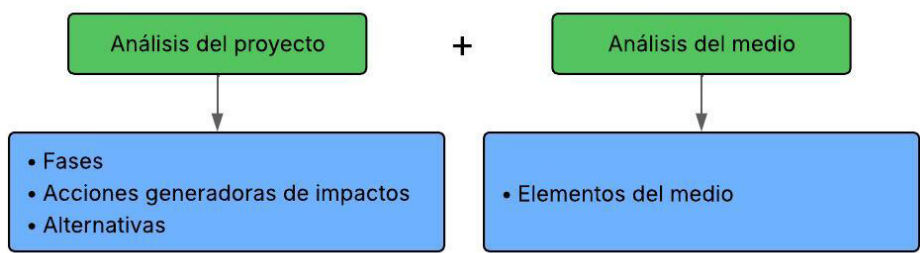


Figura 5.1. Proceso de medición y evaluación del impacto ambiental.

La Figura 5.1. representa el enfoque sistemático para la medición del impacto ambiental, abarcando la identificación de causas y efectos, su temporalidad y la gravedad de la huella dejada por la actividad humana.

En Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2025), establece una clasificación formal de los impactos ambientales en cuatro niveles: no significativo, bajo, mediano y alto, según criterios técnicos como magnitud, duración, reversibilidad y cobertura geográfica. Esta clasificación determina el tipo de instrumento de regularización ambiental que debe aplicarse (registro ambiental, plan de manejo o Estudio de Impacto Ambiental=.

El análisis de la Tabla 5.1 evidencia cómo la legislación ecuatoriana clasifica los impactos ambientales según su magnitud, duración y capacidad de reversión, estableciendo criterios claros para la gestión y mitigación de los efectos sobre el medio ambiente. Los impactos de nivel alto se consideran muy severos, de gran magnitud y de difícil reversibilidad, por lo que requieren un Estudio

de Impacto Ambiental (EIA) exhaustivo y la implementación de medidas estrictas para su control. Los impactos de nivel mediano son significativos, pero de menor magnitud y duración, siendo posible su mitigación mediante planes de manejo ambiental y un EIA detallado. Por su parte, los impactos de nivel bajo presentan efectos reducidos o localizados, con corta duración y fácil reversibilidad, lo que permite su manejo mediante planes básicos de control ambiental. Finalmente, los impactos no significativos tienen efectos mínimos o nulos, y se gestionan mediante buenas prácticas ambientales.

Esta clasificación permite a las autoridades y a las empresas priorizar recursos y esfuerzos según la gravedad de los impactos, asegurando que los proyectos con mayores riesgos ambientales reciban atención rigurosa, mientras que los impactos menores se controlan de manera eficiente y práctica. Además, fomenta la planificación preventiva y la toma de decisiones informadas para minimizar los daños ambientales y cumplir con la normativa nacional.

Tabla 5.1. Clasificación de impactos (según ley ecuatoriana).

Nivel de clasificación (COA – Ecuador)	Significancia	Descripción resumida
Alto	Significativo	Impacto ambiental muy severo, de gran magnitud, duración prolongada y difícil reversibilidad; requiere Estudio de Impacto Ambiental (EIA) detallado y medidas estrictas.
Mediano	Significativo	Impacto de magnitud moderada, con posibles medidas de mitigación que reducen el daño; exige Estudio de Impacto Ambiental y plan de manejo ambiental.

Bajo	No significativo	Impacto reducido o localizado, de corta duración y fácil reversión; requiere plan de manejo ambiental básico.
No significativo	No significativo	Efecto mínimo o nulo; basta aplicar buenas prácticas ambientales, no requiere EIA.

Estas categorías están en el Código Orgánico del Ambiente (COA) y se implementan a través del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), que automatiza la determinación del tipo de permiso necesario.

El análisis de la Tabla 5.2 muestra cómo se cuantifica la severidad de los impactos ambientales mediante un promedio numérico, estableciendo rangos que facilitan la clasificación objetiva según la normativa ecuatoriana. Los impactos con un promedio de severidad menor a 2.00 se consideran no significativos, indicando efectos mínimos o nulos que no requieren medidas complejas de gestión ambiental. Aquellos con un promedio entre 2.00 y 2.99 se ubican en el nivel bajo, aunque siguen considerados no significativos, lo que sugiere que su control puede realizarse mediante buenas prácticas ambientales y planes básicos de manejo.

Los impactos con un promedio entre 3.00 y 3.99 se clasifican como medianos, siendo significativos, lo que implica la necesidad de estudios de impacto ambiental y planes de manejo que mitiguen los daños. Finalmente, los impactos con un promedio de 4.00 a 5.00 se consideran altos y significativos, reflejando efectos graves, de larga duración y difícil reversibilidad, que exigen un EIA completo y medidas estrictas de mitigación.

Esta metodología permite una evaluación más precisa y estandarizada de los impactos, facilitando la priorización de recursos y acciones correctivas según la gravedad de los efectos sobre el medio ambiente. Además, contribuye a la transparencia

y objetividad en los procesos de planificación y aprobación de proyectos con potencial impacto ambiental.

Tabla 5.2. Rangos propuestos según promedio de severidad.

Promedio de severidad	Nivel (COA – Ecuador)	Significancia
< 2.00	No significativo	No significativo
2.00 – 2.99	Bajo	No significativo
3.00 – 3.99	Mediano	Significativo
4.00 – 5.00	Alto	Significativo

Métodos de evaluación

- **Juicio de expertos:** Se basa en la opinión profesional de especialistas con amplia experiencia en la materia, quienes evalúan los posibles impactos ambientales con base en su conocimiento y criterio técnico. La subjetividad es una desventaja, pero se compensa reuniendo varios puntos de vista.
- **Modelos físicos y matemáticos cuantitativos:** Utilizan fórmulas y simulaciones para predecir cambios en recursos como el agua, el suelo o la biodiversidad, integrando datos del ciclo hidrológico y otros ecosistemas.
- **Evaluación del impacto acumulativo:** Analiza la suma de efectos generados por múltiples acciones o proyectos, considerando sus interacciones y consecuencias a largo plazo.
- **Matriz de Evaluación de Impacto Rápido (MEIR):** Herramienta que genera un perfil de impactos para comparar rápidamente alternativas de desarrollo y facilitar la toma de decisiones.
- **Matriz de Leopold:** Funciona como un sistema de análisis causa - efecto, utilizando una matriz donde se cruzan las acciones del proyecto (columnas) con los factores ambientales (filas) para identificar y evaluar interacciones.

El impacto ambiental representa la alteración del medio ambiente causada por actividades humanas o fenómenos naturales, afectando elementos como aire, agua, suelo y biodiversidad. La correcta medición y evaluación de estos impactos es fundamental para prevenir daños, optimizar recursos y cumplir con la normativa vigente. En Ecuador, la legislación establece una clasificación clara en niveles de significancia (no significativo, bajo, mediano y alto), lo que permite determinar el tipo de instrumento ambiental necesario, desde buenas prácticas hasta estudios completos de impacto ambiental.

La cuantificación mediante promedios de severidad facilita la objetividad y priorización de acciones, asegurando que los impactos más graves reciban atención rigurosa. Además, la aplicación de métodos de evaluación como juicios de expertos, modelos físicos y matemáticos, matrices rápidas y de Leopold permite identificar, prever y mitigar los efectos ambientales de manera sistemática y planificada.

Estas herramientas y clasificaciones fortalecen la planificación preventiva, promueven la sostenibilidad y respaldan la toma de decisiones informadas en proyectos con potencial impacto ambiental.

5.2. Definiciones y metodologías para la evaluación de impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales requiere la comprensión de conceptos clave y la aplicación de metodologías que permitan identificar, cuantificar y valorar los efectos de proyectos de infraestructura, especialmente hidroeléctricos. Entre los términos fundamentales se incluyen Área de Influencia (AOI), Tiempo de Influencia (TOI), Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD), Material Particulado (PM10) y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), los cuales proporcionan parámetros claros para el análisis de los impactos.

Para la valoración de impactos se utilizan métodos como el Juicio de Expertos, los modelos físicos y matemáticos cuantitativos, la Matriz de Evaluación de Impacto Rápido (MEIR) y la Matriz de Leopold. Estas herramientas permiten organizar información, asignar niveles de severidad y priorizar medidas de mitigación y monitoreo, asegurando una gestión ambiental sistemática y ajustada a estándares nacionales e internacionales.

- AOI Area of Influence (Área de Influencia): Es la zona geográfica donde se sienten los efectos directos o indirectos de un proyecto o actividad. Puede dividirse en área de influencia directa (AID) y área de influencia indirecta (AII).
- TOI Time of Influence (Tiempo de Influencia): Es el período durante el cual un impacto ambiental permanece perceptible o medible después de que ocurre la acción que lo genera.
- BOD Biochemical Oxygen Demand (Demanda Bioquímica de Oxígeno): Es un indicador de contaminación del agua que mide la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente. Valores altos de BOD indican alta carga de contaminación orgánica.
- PM10 Particulate Matter ≤ 10 micrómetros (Material Particulado de 10 micras o menos): Son partículas muy pequeñas en el aire, capaces de penetrar en las vías respiratorias y afectar la salud. Pueden provenir de polvo, humo, combustión, etc.
- PTAR Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: Es una instalación diseñada para recibir, tratar y depurar aguas residuales domésticas, industriales o mixtas, eliminando contaminantes físicos, químicos y biológicos antes de verterlas nuevamente al medio ambiente o reutilizarlas.

Juicio de Expertos

Proyecto: Construcción de una central hidroeléctrica en la provincia de Napo.

El Ministerio del Ambiente convoca a tres hidrólogos, dos biólogos y un ingeniero ambiental con experiencia en proyectos hidroeléctricos en zonas amazónicas. Cada experto revisa el diseño, identifica riesgos como la alteración del caudal ecológico, pérdida de hábitat y afectación a peces migratorios. Luego, se reúnen para consensuar una valoración final de impactos y proponer medidas de mitigación (Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Pasos para el uso del método Juicio de expertos.

Paso	Descripción	Actividad práctica (aplicado al proyecto hidroeléctrico en Napo)	Entregable
1. Definición del alcance	Determinar qué impacto(es) se evaluarán y límites espaciales/temporales.	Definir que se evaluarán: caudal ecológico, hábitat ripario, peces migratorios, accesos de pesca, ruido en construcción.	Alcance y lista de impactos.
2. Selección de expertos	Elegir especialistas (perfil y número).	Invitar 3 hidrólogos (H1–H3), 2 biólogos (B1–B2) y 1 ingeniero ambiental (Ing1).	Lista de expertos con CV resumido.
3. Revisión de antecedentes	Proveer información técnica y datos base a los expertos.	Entregar plano de obra, hidrogramas, muestreos biológicos y testimonios de comunidades.	Paquete de información (PDF).
4. Identificación de impactos	Cada experto identifica y describe impactos potenciales.	Reunión inicial: cada experto entrega lista y justificación.	Lista consolidada de impactos.
5. Evaluación individual	Cada experto puntúa severidad (1–5) y certeza/confianza (1–5) para cada impacto.	Aplicar formulario estándar (puntuación por impacto).	Formulario de valoración por experto.

6. Consolidación y consenso	Calcular promedios, discutir diferencias (método Delphi o nominal).	Taller de consenso; discutir valores discrepantes y acordar clasificación final.	Matriz de consenso con promedios y clasificación.
7. Propuestas de mitigación y monitoreo	Para impactos significativos, definir medidas y plan de monitoreo.	Diseñar medidas: caudal mínimo ambiental, pasos para migración de peces, reforestación de ribera.	Plan de mitigación y monitoreo.
8. Informe y validación pública	Redacción final y socialización con partes interesadas.	Presentación en comunidad y ajustes según observaciones.	Informe técnico final y acta de socialización.

Para ilustrar la aplicación práctica del método de Juicio de Expertos, se presenta un ejemplo de matriz de calificación centrado en la evaluación de impactos de una central hidroeléctrica en la provincia de Napo. Se consideran seis especialistas: tres hidrólogos (H1, H2, H3), dos biólogos (B1, B2) y un ingeniero ambiental (Ing1), quienes valoran la severidad de los impactos sobre diversos componentes ambientales y sociales.

La escala utilizada para la calificación va de 1 a 5, donde 1 representa un impacto muy bajo y 5 un impacto muy alto, y los resultados se clasifican según los niveles de significancia establecidos por el COA – Ecuador. La matriz permite consolidar las percepciones individuales de los expertos, identificar impactos prioritarios y fundamentar la planificación de medidas de mitigación y monitoreo ambiental. Escenario: central hidroeléctrica en Napo. Se usan 6 expertos: H1, H2, H3 (hidrólogos), B1, B2 (biólogos), Ing1 (ingeniero ambiental) (Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Impacto vs. Experto.

Impacto / Experto	H1	H2	H3	B1	B2	Ing1	Promedio (2 decim.)	Nivel (COA)	Significancia
A. Alteración del caudal ecológico	5	4	5	4	4	4	4.33	Alto	
B. Pérdida de hábitat ripario	4	3	3	3	4	3	3.33	Mediano	
C. Afectación a peces migratorios	5	5	4	5	5	4	4.67	Alto	
D. Impacto social (acceso pesca)	2	2	3	2	2	2	2.17	Bajo	
E. Ruido y polvo en construcción	3	3	3	2	3	3	2.83	Bajo	

Interpretación rápida: A y C son impactos altos y requieren medidas prioritarias; B requiere mitigación y seguimiento; D y E mitigación de menor prioridad y medidas de control durante obra.

Medidas sugeridas (ejemplo):

- A (caudal): establecer caudal ecológico mínimo y horarios/volumenes de liberación; monitoreo continuo de caudal.
- C (peces migratorios): diseño de paso de peces o ajustar horario de desvíos; programas de salvamento y repoblación si aplica.
- B (hábitat ripario): franjas de protección vegetal, reforestación con especies nativas.

- D (acceso pesca): acuerdos con comunidades para alternativas de acceso y compensación.
- E (ruido/polvo): control de polvo (aspersión), horarios restringidos, barreras acústicas temporales.

La evaluación de impactos ambientales también puede apoyarse en modelos físicos y matemáticos cuantitativos, los cuales permiten simular y predecir los efectos de un proyecto sobre los componentes ambientales. Estos modelos integran datos de línea base, variables hidrológicas, calidad de agua, sedimentos, erosión y otros indicadores, ofreciendo resultados medibles y verificables.

La Tabla 5.5 presenta un esquema paso a paso para la aplicación de estos modelos, desde la definición del alcance y selección de indicadores hasta la traducción de resultados en niveles de severidad y la propuesta de medidas de mitigación y monitoreo ambiental.

Tabla 5.5. Evaluación con modelos físicos y matemáticos, paso a paso.

Paso	Objetivo	Actividades / Entradas	Herramientas / Modelos	Salidas / Evidencias
1. Alcance y variables	Definir impactos y métricas	Seleccionar indicadores (Q95, caudal ecológico, TSS, recarga, sedimentos, etc.)	Guías de caudal ecológico, criterios de calidad	Lista de indicadores y límites espaciales/temporales
2. Datos base	Construir la línea base	Series hidrométricas, lluvia, uso de suelo, mapas, campañas de calidad	SIG, hojas de cálculo	Base de datos validada
3. Selección de modelos	Elegir modelos adecuados	Hidrología, hidráulica, calidad de agua, erosión/sedimentos, aguas subterráneas	HEC-HMS/ HEC-RAS, SWAT, QUAL2K, MODFLOW (ejemplos)	Plan de modelación

4. Calibración	Ajustar parámetros	Particionar periodos (calibración/validación), optimizar	Funciones objetivo (NSE, RMSE)	Parámetros calibrados
5. Validación	Verificar desempeño	Validación cruzada con datos independientes	Gráficos y métricas de ajuste	Modelos validados
6. Escenarios	Simular “sin proyecto” y “con proyecto”	Definir captaciones, cambios de operación, obras	Ejecutar simulaciones	Resultados por escenario
7. Traducción a severidad	Convertir resultados a 1–5	Reglas/umbrales por indicador	Hojas de cálculo	Tabla de severidad por impacto
8. Clasificación COA	Mapear severidad → nivel COA	Promedio (2 decimales) por impacto	Tabla COA	Nivel: No sig./ Bajo/Mediano/ Alto + color
9. Medidas	Diseñar mitigación/monitoreo	Caudal ecológico, pasos de peces, BMPs suelo, control de polvo, etc.	Plan de manejo	Medidas y plan de monitoreo
10. Incertidumbre	Evaluar sensibilidad	Sensibilidad y escenarios $\pm$	Tornado/ Monte Carlo (opcional)	Anexo de incertidumbre

El mapa de severidad por indicador cuantitativo constituye una herramienta clave para interpretar los resultados obtenidos mediante modelos físicos y matemáticos. Permite traducir variaciones en parámetros ambientales, como caudal ecológico, sedimentos, recarga acuífera o sólidos suspendidos totales, en una escala de severidad de 1 a 5, donde 1 representa impactos muy bajos y 5 impactos muy altos.

Esta clasificación facilita la priorización de medidas de mitigación, el seguimiento de los impactos y la comunicación clara de los resultados a los tomadores de decisiones y partes interesadas.

La Tabla 5.6 ejemplifica cómo se aplican estos umbrales de severidad a distintos indicadores cuantitativos.

Tabla 5.6. Mapa de severidad (1–5) por indicador cuantitativo.

Impacto/ Indicador	Métrica	1	2	3	4	5
Caudal ecológico	Razón $Q_{alterado} / Q_{natural}$ (en Q95)	≥ 0.95	0.90–0.94	0.80–0.89	0.70–0.79	< 0.70
Sedimentos (erosión)	% incremento de producción de sedimentos	$\leq 5\%$	6–9%	10–24%	25–49%	$\geq 50\%$
Recarga acuífera	% disminución anual	$\leq 3\%$	4–9%	10–19%	20–34%	$\geq 35\%$
Calidad (TSS-Sólidos Suspendedos Totales u otro)	% incremento respecto a línea base	$\leq 5\%$	6–9%	10–24%	25–49%	$\geq 50\%$

Nota: Ejemplo de reglas claras para traducir resultados de modelos a severidad.

Ejemplo: Ampliación de sistema de riego – Valle del Chota

El ejemplo de ampliación del sistema de riego en el Valle del Chota ilustra la aplicación práctica de modelos físicos y matemáticos para evaluar impactos ambientales. Se analiza la captación de caudal adicional durante la época seca, considerando sus efectos sobre parámetros clave como el caudal ecológico, la sedimentación, la recarga acuífera y la concentración de sólidos suspendidos totales (TSS).

Para ello, se emplean modelos referenciales reconocidos: HEC-HMS para hidrología, SWAT para sedimentos, MODFLOW para

recarga y QUAL2K para TSS. La Tabla 5.7 presenta los resultados simulados, comparando la línea base con el escenario que incluye el proyecto, lo que permite cuantificar los cambios y asignar niveles de severidad para la toma de decisiones y planificación de medidas de mitigación.

Contexto: Se evalúa captar caudal adicional en época seca.
Modelos referenciales: HEC-HMS (hidrología), SWAT (sedimentos), MODFLOW (recarga), QUAL2K (TSS).

Tabla 5.7. Resultados simulados (línea base: escenario con proyecto).

Indica- dor	Línea base	Con pro- yecto	Cálculo	Severidad (1–5)	Justificación (Tabla Mapa de severidad)
Caudal ecológico (Q95)	7 . 5 0 m³/s	5 . 5 0 m³/s	Razón = 5.50 / 7.50 = 0.7333	4	0.70–0.79
Sedimen- tos (t/ km²·año)	120	156	%Δ = (156– 120)/120 = 0.30 = 30%	4	25–49%
Recarga acuífera (mm/año)	220	200	%Δ = (200– 220)/220 = –9.09%	2	4–9%
TSS en c a u c e (mg/L)	18	26	%Δ = (26– 18)/18 = 44.44%	4	25–49%

Las medidas clave identificadas permiten mitigar los impactos potenciales derivados de la ampliación del sistema de riego, asegurando la conservación del caudal ecológico mediante la definición de caudal mínimo y curvas de operación, reduciendo la erosión con prácticas de manejo de suelos como zanjas de infiltración y coberturas vegetales, y controlando la carga de sólidos mediante balsas de sedimentación. Además, se establece un monitoreo continuo de parámetros hidrológicos y de calidad

del agua, complementado con un calendario de riegos que optimiza el uso del recurso.

La Tabla 5.8 presenta la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental acumulativa (EIAc) paso a paso, proporcionando un marco estructurado para la cuantificación de impactos, definición de indicadores, y planificación de medidas de mitigación y seguimiento ambiental.

Tabla 5.8. EIAc – Metodología paso a paso.

Paso	Objetivo	Actividades / Entradas	Salidas / Evidencias
1. Alcance espacial y temporal	Delimitar área de influencia y horizonte temporal (construcción–operación–cierre).	Mapa AOI, ventanas temporales, normativa y estándares.	Documento de alcance (AOI/TOI).
2. Receptores/VCs	Definir componentes de valor (VCs): agua, aire, biodiversidad, comunidad.	Criterios ecológicos/ sociales, estándares de calidad.	Lista de VCs e indicadores.
3. Línea base y tendencias	Caracterizar estado actual y tendencia sin proyecto.	Series hidrológicas/ calidad, inventarios biológicos, calidad de aire, social.	Informe de línea base.
4. Inventario de acciones	Identificar existentes, aprobadas, planificadas y previsibles.	Fichas de proyectos/actividades en el AOI.	Tabla de inventario acumulativo.
5. Vías de efecto	Relacionar acciones → estresores → receptores.	Matriz de interacción (acciones vs VCs).	Matriz preliminar de impactos.
6. Métricas y umbrales	Definir indicadores medibles y reglas de severidad 1–5.	% sobre Q95, % sobre capacidad, % incremento, etc.	Tabla de reglas (ver Tabla Reglas de severidad).
7. Cuantificación acumulativa	Sumar/combinar efectos: aditivos, sinérgicos o antagonistas.	Cálculos por VC, escenarios “sin”/“con” proyecto.	Tabla de resultados acumulativos.

8. Significancia (COA)	Convertir severidad → nivel COA por VC.	Promedios (2 decimales) y mapeo COA.	Matriz de significancia y colores.
9. Medidas y monitoreo	Mitigación, compensación y plan de seguimiento.	Jerarquía de mitigación y KPIs.	Plan de manejo/monitoreo.
10. Incertidumbre	Sensibilidad y supuestos.	Análisis ±, escenarios alternos.	Anexo de incertidumbre.

Las reglas de severidad presentadas permiten evaluar de manera cuantitativa los impactos acumulativos sobre los distintos componentes ambientales. Cada indicador, como la extracción de agua, la carga a PTAR, la concentración de PM10 y la pérdida de hábitat, se traduce en un nivel de severidad de 1 a 5 según los umbrales establecidos, lo que facilita priorizar los impactos más críticos y definir medidas de mitigación y gestión ambiental apropiadas (Tabla 5.9).

Tabla 5.9. Reglas de severidad (1–5) para evaluación acumulativa.

VC / Indicador	Métrica cuantitativa	1	2	3	4	5
Agua – Extracción	% de Q95 utilizado por todos los proyectos	≤10%	1 1 – 20%	2 1 – 35%	3 6 – 50%	>50%
Agua – Carga a PTAR	Utilización = (carga total)/(capacidad de PTAR)	≤80%	8 1 – 90%	9 1 – 100%	10 1 – 120%	>120%
Aire – PM10	% incremento promedio anual vs línea base	≤5%	6–9%	1 0 – 24%	2 5 – 49%	≥50%
Biodiversidad – Hábitat	% pérdida adicional de hábitat vs pérdida ya existente	≤5%	6–9%	1 0 – 24%	2 5 – 49%	≥50%

Nota: Puedes ajustar umbrales según el proyecto.

El inventario de acciones permite registrar y organizar todas las actividades o proyectos existentes, aprobados y propuestos dentro del área de influencia, identificando sus estresores principales, proximidad a los componentes ambientales de valor (VC) y el período de operación (Tabla 5.10). Esta herramienta es fundamental para evaluar efectos acumulativos, priorizar impactos y planificar medidas de mitigación de manera estructurada y sistemática.

Tabla 5.10. Inventario de acciones (ejemplo de estructura).

Nº	Acción/ Proyecto	Estado	Estresores principales	Proximidad a VC	Periodo
1	Planta A	Operando	Captación de agua, descargas, emisiones	En AOI	2019–
2	Planta B	Operando	Emisiones, tráfico	3 km	2021–
3	Planta C	Aprobada	Captación, des- cargas	2 km	2025–
4	Planta D (propuesta)	Propuesta	Captación, BOD, PM10	1.5 km	2026–

Ejemplo: Planta procesadora de banano en El Oro

Contexto: Ya existen 3 plantas en el AOI. Se evalúa una nueva (Planta D) y sus efectos acumulativos sobre Agua, Aire, Biodiversidad.

Datos (línea base acumulada de otras plantas → con Planta D).

El ejemplo de la planta procesadora de banano en El Oro ilustra cómo evaluar los impactos acumulativos de un nuevo proyecto sobre los recursos ambientales existentes en el área de influencia.

Considerando las operaciones de tres plantas ya existentes, se analiza cómo la incorporación de la Planta D afectaría indicadores

clave como agua, aire y biodiversidad, aplicando reglas de severidad previamente definidas para cuantificar y clasificar los impactos potenciales de manera sistemática (Tabla 5.11).

Tabla 5.11. Nivel de severidad en función de las métricas establecidas.

VC - INDICADOR	CÁLCULO DE MÉTRICAS	REGLAS
Agua – Extracción:	- Q95 del río = 300 L/s - Extracción actual (A+B+C) = 120 L/s - Planta D agrega = +60 L/s - Extracción total = 120 + 60 = 180 L/s %Q95 = 180 / 300 = 0.60 = 60%	>50% ⇒ Severidad = 5
Agua – Carga BOD a PTAR:	- Capacidad PTAR = 1 800 kg/d - Carga actual (A+B+C) = 1 600 kg/d - Planta D agrega = +500 kg/d - Carga total = 1 600 + 500 = 2 100 kg/d - Utilización = 2 100 / 1 800 = 1.1667 = 116.67%	101–120% ⇒ Severidad = 4
Aire – PM10 (concentración media anual):	- Línea base en poblado = 40 µg/m³ - Incremento neto por D = +8 µg/m³ % incremento = 8 / 40 = 0.20 = 20%	10–24% ⇒ Severidad = 3
Biodiversidad – Hábitat:	Pérdida histórica en AOI = 420 ha Pérdida por D = +60 ha % adicional = 60 / 420 = 0.1429 = 14.29%	10–24% ⇒ Severidad = 3

Medidas clave:

- **Agua:** Caudal ecológico mínimo, escalonamiento de captaciones, expansión PTAR o pretratamiento en D.
- **Aire:** Control de polvo/filtros, manejo de tráfico, barreras vegetales.
- **Biodiversidad:** Evitar parches sensibles, compensación/ restauración de hábitat

La Matriz de Evaluación de Impacto Rápido ofrece un procedimiento sistemático para analizar y comparar alternativas de proyectos considerando múltiples criterios ambientales y sociales. Cada paso, desde la definición del alcance hasta la verificación de sensibilidad, permite estructurar la información de manera cuantitativa y cualitativa, facilitando la normalización de severidades, la ponderación de criterios y la identificación de la alternativa más viable.

Este enfoque asegura que las decisiones de planificación incorporen impactos acumulativos, prioridades de mitigación y robustez frente a distintos escenarios, optimizando la gestión ambiental del proyecto (Tabla 5.12).

Tabla 5.12. Matriz de Evaluación de Impacto Rápido, paso a paso.

Paso	Objetivo	Actividades / Entradas	Salidas
1. Alcance	Definir alternativas, área y fases	Delimitar AOI/TOI, alternativas A–B–C, criterios	Términos de referencia MEIR
2. Criterios	Elegir criterios y pesos	Distancia a poblados/ agua, suelo, pendiente, acceso, uso/coertura, sensibilidad social, biodiversidad	Tabla de criterios + pesos

3. Escalas 1–5	Normalizar severidad	Reglas para 1–5 por criterio (p.ej. distancia, permeabilidad)	Tabla de escalas
4. Ponderación	Asignar importancia relativa	Pesos que sumen 1.00	Vector de pesos
5. Puntuación	Calificar alternativas	Asignar 1–5 por criterio para A, B, C	Matriz de calificación
6. Cálculo	Puntaje ponderado	$\Sigma(\text{peso} \times \text{severidad})$ por alternativa	Puntaje total (2 decimales)
7. COA	Clasificar resultado	Mapear a Tabla 0	Nivel y color por alternativa
8. Decisión	Seleccionar mejor opción	Comparar puntajes y viabilidad	Alternativa recomendada + medidas
9. Medidas	Diseñar mitigación	Para criterios con mayor severidad	Plan básico de manejo
10. Verificación	Sensibilidad	Probar cambios de pesos/escenarios	Robustez de la decisión

La Tabla 5.13 presenta los criterios y las escalas de severidad de la Matriz de Evaluación de Impacto Rápido, estableciendo un marco para cuantificar y ponderar los impactos potenciales de un proyecto sobre el entorno. Cada criterio, desde la proximidad a centros poblados y cuerpos de agua hasta la sensibilidad social y la biodiversidad, se asigna un peso relativo que refleja su importancia en la evaluación global.

Las escalas de severidad de 1 a 5 permiten clasificar el nivel de afectación de forma objetiva, facilitando la comparación entre alternativas y la priorización de medidas de mitigación, asegurando que la planificación considere tanto factores ambientales como sociales de manera integral (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Criterios de Matriz de Evaluación de Impacto Rápido y escalas de severidad 1–5 (ejemplo).

Criterio (síntesis)	Peso	Severidad 1	2	3	4	5
C1 Distancia a centros poblados	0.15	≥10 km	7–9.9 km	4–6.9 km	2–3.9 km	<2 km
C2 Distancia a cuerpos de agua	0.20	≥5 km	3–4.9 km	1–2.9 km	0.5–0.99 km	<0.5 km
C3 Suelo/permeabilidad	0.15	Arcilla muy baja K	Arcilla baja K	Franco	Franco-arenoso	Arenoso (alta K)
C4 Pendiente del terreno	0.10	0–2%	>2–4%	>4–7%	>7–10%	>10%
C5 Accesibilidad vial	0.10	Vía secundaria estable, bajo tráfico		Media		Vía principal con alto tráfico/paso escolar
C6 Uso/cobertura	0.10	Áreas degradadas/pastizal		Mosaico agrícola		Bosque nativo/humedal
C7 Sensibilidad social	0.10	Sin asentamientos/ conflictos		Presencia dispersa		Comunidad cercana o pueblos indígenas
C8 Biodiversidad/ áreas sensibles	0.10	Fuera de corredores/AP		Corredor moderado		Dentro/adyacente a AP o sitio clave

Nota: Los pesos suman 1.00. Ajusta umbrales y descripciones según el proyecto/territorio.

Ejemplo aplicado: Selección de sitio para un relleno sanitario en Manabí.

La Tabla 5.14 ilustra un ejemplo práctico de aplicación de la Matriz de Evaluación de Impacto Rápido para la selección de un sitio adecuado para un relleno sanitario en Manabí. Se comparan tres alternativas (Sitio A, B y C) considerando criterios ambientales y sociales ponderados según su relevancia, tales como distancia a poblados y cuerpos de agua, características del suelo, pendiente, accesibilidad, uso del suelo, sensibilidad social y biodiversidad.

Cada criterio se califica en una escala de 1 a 5, donde 1 indica menor severidad y 5 mayor severidad. El puntaje ponderado final refleja un promedio ajustado por los pesos asignados, permitiendo identificar objetivamente la alternativa con menor impacto global y sirviendo como base para la toma de decisiones y la planificación de medidas de mitigación.

Alternativas: Sitio A, B, C.

Pesos: los de la Tabla 2.

Regla: 1 = menor severidad; 5 = mayor severidad.

Resultado final: Puntaje ponderado = $\Sigma(\text{peso} \times \text{severidad})$ (equivale a un promedio ponderado 1–5).

Tabla 5.14. Paso 1 - Matriz de calificación (severidad 1–5).

Criterio	Peso	Sitio A	Sitio B	Sitio C	Comentario breve
C1 Distancia a poblados	0.15	4	2	3	A=2 km, B=5 km, C=3 km
C2 Distancia a agua	0.20	3	1	4	A=1.2 km, B=3.5 km, C=0.8 km
C3 Suelo/permeabilidad	0.15	5	1	3	A arenoso, B arcilloso, C franco
C4 Pendiente	0.10	3	1	2	A 8%, B 2%, C 6%

C5 Accesibilidad	0.10	3	2	3	tráfico asociado
C6 Uso/coertura	0.10	2	2	3	
C7 Sensibilidad social	0.10	4	2	3	
C8 Biodiversidad	0.10	4	2	3	
Total, ponderado	1.00				
		3.55	1.55	3.10	

Paso 2. Cálculo del puntaje ponderado.

El Paso 2 muestra el cálculo detallado del puntaje ponderado para cada alternativa de sitio, integrando los criterios previamente definidos y sus respectivos pesos. Para cada sitio, se multiplica la severidad asignada por el peso del criterio, sumando los resultados para obtener un valor ponderado total que refleja el impacto global de la alternativa.

Los resultados indican que Sitio A alcanza un puntaje de 3.55, Sitio B 1.55 y Sitio C 3.10, lo que permite identificar objetivamente la opción con menor impacto ambiental, facilitando la comparación y selección fundamentada de la ubicación más adecuada para el relleno sanitario (Tabla 5.15).

Tabla 5.15. Cálculo del puntaje ponderado.

Sitio A $0.15 \times 4 = 0.60$; $0.20 \times 3 = 0.60$; $0.15 \times 5 = 0.75$; $0.10 \times 3 = 0.30$; $0.10 \times 3 = 0.30$; $0.10 \times 2 = 0.20$; $0.10 \times 4 = 0.40$; $0.10 \times 4 = 0.40$ Suma: $0.60 + 0.60 = 1.20$; $+ 0.75 = 1.95$; $+ 0.30 = 2.25$; $+ 0.30 = 2.55$; $+ 0.20 = 2.75$; $+ 0.40 = 3.15$; $+ 0.40 = 3.55$
--

Sitio B

$0.15 \times 2 = 0.30$; $0.20 \times 1 = 0.20$; $0.15 \times 1 = 0.15$; $0.10 \times 1 = 0.10$; $0.10 \times 2 = 0.20$;
 $0.10 \times 2 = 0.20$; $0.10 \times 2 = 0.20$; $0.10 \times 2 = 0.20$

Suma: $0.30 + 0.20 = 0.50$; $+0.15 = 0.65$; $+0.10 = 0.75$; $+0.20 = 0.95$; $+0.20 = 1.15$;
 $+0.20 = 1.35$; $+0.20 = 1.55$

Sitio C

$0.15 \times 3 = 0.45$; $0.20 \times 4 = 0.80$; $0.15 \times 3 = 0.45$; $0.10 \times 2 = 0.20$; $0.10 \times 3 = 0.30$;
 $0.10 \times 3 = 0.30$; $0.10 \times 3 = 0.30$; $0.10 \times 3 = 0.30$

Suma: $0.45 + 0.80 = 1.25$; $+0.45 = 1.70$; $+0.20 = 1.90$; $+0.30 = 2.20$; $+0.30 = 2.50$;
 $+0.30 = 2.80$; $+0.30 = 3.10$

La clasificación COA permite interpretar los puntajes ponderados de manera cualitativa, facilitando la evaluación comparativa entre alternativas. En este caso, Sitio A y Sitio C presentan un impacto ambiental mediano, mientras que Sitio B muestra un impacto no significativo. Esta categorización guía la selección del sitio más adecuado y la definición de medidas de manejo ambiental según la severidad identificada (Tabla 5.16).

Tabla 5.16. Paso 3. Clasificación COA por alternativa.

Alternativa	Puntaje (2 dec)	Nivel (COA)
Sitio A	3.55	Mediano
Sitio B	1.55	No significativo
Sitio C	3.10	Mediano

Selección recomendada (menor impacto): Sitio B.

Foco de mitigación por criterio dominante:

- A: suelo arenoso (C3=5) → impermeabilización/geomembrana + drenajes lixiviados.

- C: cercanía a agua (C2=4) → ampliar distancia efectiva + barreras/zanjas de contención.

La Matriz de Leopold es una herramienta sistemática que permite evaluar de manera detallada los impactos ambientales de un proyecto sobre diversos factores o VCs. El procedimiento paso a paso guía desde la delimitación del área de influencia y la identificación de actividades del proyecto, hasta la cuantificación de impactos mediante magnitud y reversibilidad, transformando estos valores en un puntaje de severidad estandarizado.

Con este enfoque, se pueden comparar los efectos por receptor, clasificar la importancia relativa de cada impacto según el COA y, finalmente, priorizar medidas de mitigación y monitoreo, garantizando una evaluación ambiental integral y fundamentada en evidencia (Tabla 5.17).

Tabla 5.17. Procedimiento paso a paso (cómo aplicar la Matriz de Leopold).

Paso	Objetivo	Actividad práctica	Entregable
1. Delimitación	Definir AOI/TOI y fases del proyecto	Identificar límites espaciales y temporales	Documento de alcance
2. Listado de actividades	Enumerar acciones del proyecto por fase	Ej: desbroce, excavación, asfaltado, operación	Lista de actividades (filas)
3. Identificar receptores (VCs)	Elegir factores ambientales y sociales	Ej: Suelo, Agua, Flora, Fauna, Paisaje, Comunidad	Lista de VCs (columnas)
4. Selección de escala y reglas	Definir criterios para M (1–5) e I (1–5)	Ej: M = extensión/magnitud física; I = reversibilidad / valor receptor	Tabla de referencia (guía de puntajes)
5. Rellenar matriz	Asignar M e I por celda (ideal: panel de expertos)	Cada celda: M / I (ej. 4 / 5)	Matriz de Leopold completa

6. Calcular el producto	Calcular $P = M \times I$ para cada celda	$P \in [1,25]$	Matriz de productos
7. Transformar a severidad 1–5	Mapear $P \rightarrow S$ con umbrales (ver tabla abajo)	$S =$ severidad por celda (1–5)	Matriz de severidad
8. Agregar por receptor	Sumar o promediar severidades por columna/receptor	Calcular promedio de S por receptor (2 decimales)	Tabla resumen por receptor
9. Clasificación COA	Mapear promedio $S \rightarrow$ nivel COA	Usar Tabla 0	Niveles COA por receptor
10. Medidas y priorización	Identificar medidas para receptores con $COA \geq$ Mediano	Diseñar mitigación / monitoreo	Plan de medidas y monitoreo

Reglas/guía para asignar Magnitud (M) e Importancia (I)
— ejemplo:

Magnitud (M) — qué tan grande/físico es el cambio provocado:

- 1 = Muy pequeño / localizado
- 2 = Pequeño / reversible rápido
- 3 = Moderado / parcialmente reversible
- 4 = Grande / reversibilidad lenta
- 5 = Muy grande / irreversible o de larga duración

Importancia (I) — valor del receptor y su vulnerabilidad/reversibilidad:

- 1 = Valor bajo / alta resiliencia
- 2 = Valor moderado-bajo
- 3 = Valor medio / parcialmente vulnerable
- 4 = Valor alto / frágil o culturalmente relevante
- 5 = Valor crítico / especies protegidas, poblaciones sensibles, bienes culturales

Mapeo product: severidad S (1–5):

- $P = M \times I = 1-5$ $S = 1$
- $P = 6-10$ $S = 2$
- $P = 11-15$ $S = 3$
- $P = 16-20$ $S = 4$
- $P = 21-25$ $S = 5$

(Con S ahora en 1–5 podemos aplicar la Tabla 0 para COA)

EJEMPLO: Construcción de carretera Loja–Zamora

Actividades (filas):

1. Desbroce y limpieza (fase preparación)
2. Excavación y corte de banco (fase obra)
3. Asfaltado y compactación (obra)
4. Operación / Tránsito de vehículos (fase operación)

Receptores (columnas):

- A. Suelo
- B. Agua superficial (ríos y quebradas)
- C. Fauna terrestre
- D. Flora / cobertura vegetal
- E. Comunidad local (acceso, ruido, seguridad)

La tabla 5.18 ilustra un ejemplo práctico de cómo un panel de expertos puede asignar los valores de magnitud (M) e importancia/ reversibilidad (I) para diferentes actividades de un proyecto y sus efectos sobre los receptores ambientales y sociales.

Cada celda refleja la combinación M/I, proporcionando una base cuantitativa para calcular posteriormente los productos P

= $M \times I$ y transformar estos resultados en niveles de severidad estandarizados, facilitando la priorización de impactos y el diseño de medidas de mitigación adecuadas.

Tabla 5.18. Paso 1 – Matriz con M e I (ejemplo relleno por panel de expertos).

Actividad \ Receptor	A. Suelo (M/I)	B. Agua (M/I)	C. Fau- na (M/I)	D. Flora (M/I)	E. Comuni- dad (M/I)
1 Desbroce	4 / 4	3 / 3	3 / 4	4 / 4	2 / 2
2 Excavación	5 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	3 / 3
3 Asfaltado	3 / 3	2 / 2	2 / 3	2 / 3	3 / 4
4 Operación	2 / 2	3 / 3	3 / 3	2 / 2	4 / 4

La tabla muestra el cálculo del producto $P = M \times I$ para cada actividad y receptor, transformando los valores de magnitud (M) e importancia (I) en un valor cuantitativo que refleja la severidad combinada del impacto (Tabla 5.19).

Estos resultados permiten identificar las acciones con mayor efecto potencial sobre cada componente ambiental o social, sirviendo como base para la posterior conversión a una escala de severidad estandarizada y la toma de decisiones sobre medidas de mitigación.

Tabla 5.19. Paso 2, Calcular producto $P = M \times I$ por celda.

Actividad \ Receptor	A.Suelo P	B.Agua P	C.Fau- na P	D.Flora P	E.Comu- nidad P
1 Desbroce	4x4=16	3x3=9	3x4=12	4x4=16	2x2=4
2 Excavación	5x4=20	4x4=16	4x4=16	4x4=16	3x3=9
3 Asfaltado	3x3=9	2x2=4	2x3=6	2x3=6	3x4=12
4 Operación	2x2=4	3x3=9	3x3=9	2x2=4	4x4=16

Paso 3 – Mapear P → Severidad S (usando la regla P→S)

Aplicamos P: S por celda:

- P 1–5 → S1; 6–10 → S2; 11–15 → S3; 16–20 → S4; 21–25 → S5

La Tabla 5.20 muestra la transformación de los productos P obtenidos en la Matriz de Leopold a una escala de severidad S de 1 a 5, donde 1 indica un impacto mínimo y 5 un impacto muy alto.

Esta conversión facilita la interpretación rápida de los efectos de cada actividad sobre los diferentes receptores, permitiendo comparar y priorizar los impactos ambientales y sociales para orientar las medidas de mitigación y monitoreo.

Tabla 5.20. Tabla de severidades S.

Actividad \ Receptor	A. Suelo S	B. Agua S	C. Fauna S	D. Flora S	E. Comunidad S
1 Desbroce	16→4	9→2	12→3	16→4	4→1
2 Excavación	20→4	16→4	16→4	16→4	9→2
3 Asfaltado	9→2	4→1	6→2	6→2	12→3
4 Operación	4→1	9→2	9→2	4→1	16→4

Paso 4 – Agregar por receptor (promedio de S sobre las actividades)

Promedio S por receptor = (S fila1 + S fila2 + S fila3 + S fila4) / 4

- A. Suelo: (4 + 4 + 2 + 1) = 11 → 11 / 4 = 2.75
- B. Agua: (2 + 4 + 1 + 2) = 9 → 9 / 4 = 2.25
- C. Fauna: (3 + 4 + 2 + 2) = 11 → 11 / 4 = 2.75
- D. Flora: (4 + 4 + 2 + 1) = 11 → 11 / 4 = 2.75
- E. Comunidad: (1 + 2 + 3 + 4) = 10 → 10 / 4 = 2.50

(Valores redondeados a dos decimales en la tabla resumen)

Según los datos de la Tabla 5.21, el análisis indica que todos los receptores ambientales y sociales evaluados presentan un nivel de impacto mediano bajo la clasificación COA. Los promedios de severidad (S) oscilan entre 2.25 y 2.75, lo que refleja impactos moderados derivados de las actividades consideradas en la Matriz de Leopold.

Esto implica que, aunque los efectos no son críticos ni de alta significancia, sí requieren medidas de mitigación y monitoreo para evitar que los impactos acumulativos aumenten. El patrón uniforme de resultados también sugiere que el proyecto afecta de manera relativamente equilibrada a todos los factores, sin que ninguno sobresalga como receptor crítico.

Tabla 5.21. Paso 5 – Clasificar según COA (Tabla 0).

Receptor	Promedio S (2 dec)	COA (nivel)
Suelo	2.75	Mediano
Agua	2.25	Mediano
Fauna	2.75	Mediano
Flora	2.75	Mediano
Comunidad	2.50	Mediano

Nota: Aplicación de rangos.

Interpretación rápida: según el ejercicio (valores de ejemplo), todos los receptores quedan en rango Mediano (significativo), por lo que se requiere Plan de Manejo ambiental y medidas de mitigación específicas.

Paso 6 – Medidas priorizadas

- Suelo: control de erosión (bermas, gaviones, mallas, revegetación inmediata).

- Agua: zanjas de sedimentación, decantadores, plan de manejo de escorrentías, protección de cauces.
- Fauna / Flora: evitar zonas sensibles; corredores biológicos; reubicación de flora en parches si procede; restringir épocas de obra.
- Comunidad: plan de comunicación, horarios de obras, señalización, pasos peatonales seguros, gestión de polvo y ruido.

La evaluación de impactos ambientales se consolida como un proceso técnico que requiere, en primer lugar, la comprensión precisa de conceptos fundamentales capaces de describir el comportamiento de los sistemas naturales ante la intervención humana. Términos como Área de Influencia, Tiempo de Influencia, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Material Particulado fino y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales permiten establecer los límites geográficos, temporales y funcionales del análisis, de modo que las mediciones y valoraciones se realicen con rigor y comparabilidad. Esta base conceptual es indispensable para la interpretación de los efectos derivados de proyectos de infraestructura, especialmente aquellos que, como las centrales hidroeléctricas o los sistemas de riego, generan presiones significativas sobre el agua, el aire, la biodiversidad y las dinámicas sociales locales.

Las metodologías presentadas evidencian la diversidad de enfoques disponibles para cuantificar y jerarquizar los impactos, desde técnicas cualitativas basadas en el juicio de expertos hasta modelos físicos y matemáticos que permiten simular escenarios “sin proyecto” y “con proyecto”. El uso del juicio de expertos demuestra la importancia del conocimiento especializado y del consenso interdisciplinario para identificar riesgos, valorar su severidad y definir medidas de mitigación pertinentes. De manera complementaria, los modelos cuantitativos aportan una base objetiva para predecir alteraciones en variables hidrológicas, sedimentológicas y de calidad del agua, permitiendo traducir los

resultados en escalas de severidad estandarizadas que facilitan la toma de decisiones.

La inclusión del análisis de impactos acumulativos refuerza la necesidad de considerar que los proyectos no actúan de manera aislada, sino en interacción con otras actividades existentes, aprobadas o previstas dentro del área de influencia. Esta perspectiva permite identificar efectos aditivos o sinérgicos que podrían pasar desapercibidos en una evaluación tradicional, fortaleciendo así la capacidad de gestión ambiental y el diseño de políticas más integrales. El enfoque acumulativo se articula con reglas de severidad y métricas cuantitativas claras, lo que garantiza consistencia en la clasificación de impactos y favorece la planificación de medidas de mitigación, compensación y monitoreo a largo plazo.

Una evaluación ambiental rigurosa requiere integrar conceptos básicos, metodologías sistemáticas, criterios objetivos de severidad y participación interdisciplinaria. Esta combinación permite no solo identificar los impactos más críticos, sino también diseñar respuestas técnicas ajustadas a estándares nacionales e internacionales. Con ello se fortalece la capacidad de los proyectos para operar de manera ambientalmente sostenible, evitar conflictos sociales, preservar los valores ecológicos del territorio y garantizar decisiones informadas que equilibren desarrollo y conservación.

5.3. Auditoría ambiental: fundamentos, alcances y clasificación

La auditoría ambiental es una herramienta de gestión que consiste en una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva enfocada en medir la eficacia del sistema y procedimientos que una organización implementa para proteger el medio ambiente (Rodríguez Ruiz et al., 2024). Actualmente, las auditorías medioambientales (AMA) se integran estrechamente a los

Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), evaluando regularmente el grado de cumplimiento en los procesos y equipos diseñados para la protección ambiental.

Objetivos

- Facilitar que la dirección controle las prácticas ambientales dentro de la organización.
- Conocer el estado actual del desempeño ambiental de la empresa.
- Evaluar la alineación con las políticas ambientales internas.
- Establecer las bases para un sistema de gestión ambiental adecuado.
- Informar a todos los grupos de interés sobre los resultados y desempeño.

Las auditorías ambientales se aplican en empresas productivas especialmente en sectores como hidrocarburos, minería, energía, siderurgia, construcción y cualquier otra que genere residuos sólidos, líquidos o gaseosos, peligrosos o no. Esta clasificación ayuda a desarrollar indicadores precisos para evaluar los impactos ambientales (Rodríguez Ruiz et al., 2024).

Esa clasificación a manera general se observar en la Figura 5.2.

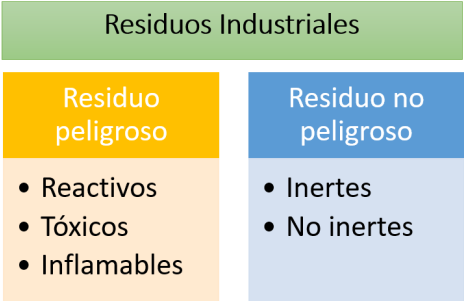


Figura 5.2. Clasificación general de los tipos de residuos industriales.

Por otra parte, las auditorías pueden clasificarse según diferentes criterios:

- Por alcance:
 - Auditoría integrada que analiza la totalidad de la instalación.
 - Auditoría sectorial, enfocada en áreas o aspectos específicos.
- Por procedencia del auditor:
 - Externa, realizada por expertos externos.
 - Interna, ejecutada por personal propio.
- Por entorno auditado:
 - Exterior: evalúa los impactos en el entorno.
 - Interior: se enfoca en procesos y ambiente laboral.
 - Mixta: evaluación completa.
- Por periodicidad:
 - Permanente: continua.
 - Cíclica: en intervalos regulares.
 - Discontinua: intermitente.
 - Única: solo una vez.
- Por objetivos:
 - De conformidad: verifica cumplimiento legal.
 - De siniestros: realizada tras accidentes.
 - De riesgos: identifica y limita riesgos ambientales.
 - De fusión o adquisición: para evaluar nuevos contextos.

- De producto: analiza efecto ambiental del producto.
- Generalizada: mide impacto global de la empresa.
- Evaluación de sistemas: periódica para comprobar eficacia y cumplimiento (Rodríguez Ruiz et al., 2024).

La auditoría ambiental se consolida como un mecanismo esencial dentro de la gestión organizacional, ya que permite evaluar de manera sistemática y objetiva el desempeño ambiental de una empresa. Su ejecución ofrece a la dirección una visión clara del nivel de cumplimiento normativo, la eficacia de los procedimientos implementados y la coherencia entre las acciones operativas y las políticas ambientales internas, lo que fortalece la toma de decisiones estratégicas y la mejora continua. El enfoque actual de las auditorías, estrechamente ligado a los Sistemas de Gestión Ambiental, evidencia que la verificación periódica del desempeño es indispensable para garantizar procesos más eficientes, seguros y alineados con la sostenibilidad.

La amplitud de criterios de clasificación muestra que la auditoría ambiental es una herramienta adaptable a diferentes contextos productivos, desde sectores de alto riesgo como hidrocarburos, minería y energía, hasta industrias manufactureras que generan diversos tipos de residuos. La posibilidad de estructurar auditorías integrales, sectoriales, internas, externas, periódicas o únicas permite ajustar su alcance a las necesidades de cada organización, manteniendo siempre como objetivo central la identificación de riesgos, el cumplimiento legal y la optimización del comportamiento ambiental. Esta flexibilidad metodológica, unida a la diferenciación de auditorías de conformidad, de riesgos, de siniestros o de producto, permite abarcar tanto los impactos operativos como los efectos del ciclo de vida de las actividades productivas.

La clasificación general de residuos industriales complementa el proceso de auditoría al ofrecer un marco para establecer indicadores de evaluación más precisos, especialmente cuando las operaciones generan desechos sólidos, líquidos o gaseosos. De esta manera, la auditoría no solo detecta desviaciones, sino que facilita la planificación de medidas correctivas, preventivas y de mitigación que fortalezcan el sistema de gestión ambiental. En conjunto, estas características convierten a la auditoría ambiental en una herramienta estratégica que contribuye a mejorar el desempeño ambiental, prevenir daños, promover el uso eficiente de recursos y garantizar mayor transparencia hacia los grupos de interés.

5.4. Programación de la auditoría ambiental: estructura, planificación y ejecución

Para integrarse en sistemas como EMAS, es indispensable realizar auditorías ambientales que evalúen el comportamiento ambiental. La auditoría interna debe asegurar que las actividades se ejecutan conforme a procedimientos, identificar problemas y promover mejoras. El alcance se ajusta al tamaño y tipo institucional, pero idealmente incluye todas las actividades de la organización. Las auditorías deben ser llevadas a cabo por auditores con independencia respecto a la actividad auditada (Rodríguez Ruiz et al., 2024).

Las organizaciones deben elaborar un plan que incluya:

- Objetivos y ciclos de auditoría, sistema evaluado y cumplimiento legal.
- Periodicidad de auditorías para cada actividad.
- Alcance claro y explícito que describa temas, actividades, criterios y el período auditado.

Los auditores deben contar con conocimientos técnicos, ambientales y normativos, así como la capacitación necesaria para cumplir objetivos con imparcialidad. La asignación de recursos y tiempo debe ser proporcional al alcance de la auditoría (Rodríguez Ruiz et al., 2024).

El plan de auditoría debe identificar:

- Alcance y objeto.
- Área a auditar.
- Equipo auditor.
- Lugar y fecha.
- Documentación base.
- Calendario y lista de entrevistas.
- Entrega anticipada del plan al auditado.
- Listas de comprobación estructuradas o abiertas.
- Distribución de tareas entre auditores.

En particular, el procedimiento de auditoría deberá incluir los pasos siguientes:

- **Preauditoría:** planificación, definición del alcance e identificación de fuentes.
- **Auditoría:** recopilación de datos, análisis de procesos, reuniones, inspecciones, diagramas de flujo, balances materiales, así como revisión del plan.
- **Postauditoría:** elaboración y presentación de informe con resultados y recomendaciones.

Al concluir la auditoría o ciclo de auditorías, se emite un informe completo que comunica formalmente a la dirección los hallazgos, conclusiones y recomendaciones para la mejora continua del sistema (Rodríguez Ruiz et al., 2024).

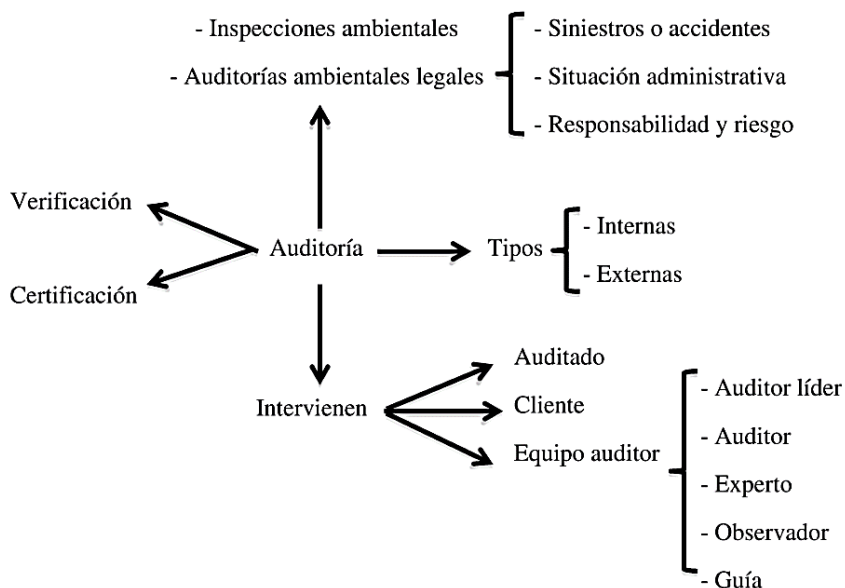


Figura 5.3. El informe de auditoría ambiental y el ciclo de mejora continua.

Fuente: Grijalbo Fernández (2023).

La Figura 5.3 muestra el informe de cierre de una auditoría ambiental, destacando la importancia del informe final para comunicar los hallazgos y conclusiones a la dirección, impulsando así la mejora continua del sistema.

La programación de una auditoría ambiental constituye un componente esencial dentro de los sistemas de gestión, ya que garantiza que la evaluación del desempeño ambiental se realice de forma ordenada, objetiva y conforme a criterios previamente establecidos. Su correcta planificación permite asegurar que los procesos internos cumplen con la normativa vigente, con los procedimientos institucionales y con los compromisos ambientales asumidos por la organización. Esta programación debe estar alineada a las exigencias de estándares como EMAS,

en los que la auditoría interna adquiere un papel estratégico para la mejora continua.

El plan de auditoría proporciona la estructura operativa necesaria para organizar los recursos, definir con precisión el alcance, establecer los ciclos de evaluación y seleccionar adecuadamente a los auditores, quienes deben actuar con independencia y contar con competencias técnicas, normativas y ambientales. A través de la definición anticipada de áreas, criterios, entrevistas, documentación base y cronogramas, se garantiza una ejecución metódica que permita identificar problemas, riesgos y oportunidades de optimización.

La secuencia metodológica que comprende la preauditoría, la auditoría y la postauditoría asegura un proceso completo de revisión, validación y comunicación de resultados. En esta dinámica, el informe final se convierte en el eje articulador entre los hallazgos y la toma de decisiones directivas, ofreciendo conclusiones verificadas y recomendaciones que fortalecen el sistema de gestión ambiental. Con ello, la programación de la auditoría trasciende la simple verificación de cumplimiento y se transforma en un instrumento de gobernanza ambiental que impulsa la eficiencia, la transparencia y la mejora permanente de la organización.

- [PNUD]: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- [PND]: Plan Nacional de Desarrollo
- [GEI]: Gases de efecto invernadero
- [SGA]: Sistemas de Gestión Ambiental
- [EIAC]: Evaluación del impacto acumulativo
- [MEIR]: Matriz de Evaluación de Impacto Rápido
- [MAATE]: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
- [CO₂]: Dióxido de carbono
- [CH₄]: Metano
- [N₂O]: Óxido nitroso
- [tCO₂e]: Toneladas equivalentes de dióxido de carbono
- [IPCC]: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
- [ONU]: Organización de las Naciones Unidas
- [GHG Protocol]: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero
- [WRI]: World Resources Institute
- [WBCSD]: World Business Council for Sustainable Development
- [CMMAD]: Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo
- [ODS]: Objetivos de Desarrollo Sostenible
- [MW]: Megavatios

- [USD]: Dólares estadounidenses
- [ha]: Hectáreas
- [CO]: Monóxido de carbono
- [SOX]: Óxidos de azufre
- [NOX]: Óxidos de nitrógeno
- [COV]: Hidrocarburos Volátiles
- [OMS]: Organización Mundial de la Salud
- [ISO]: International Organization for Standardization
- [COA]: Código Orgánico del Ambiente
- [SUIA]: Sistema Único de Información Ambiental
- [AMA]: Auditorías Medioambientales

- Abata, G. (2018). Deforestación en la Amazonía ecuatoriana. *Green World Journal*, 1(3). <https://www.greenworldjournal.com/doi-005-ga-2018>
- Borja, M. O. (2023). Causas y concentración de deforestación en la Amazonía ecuatoriana. Fundación EcoCiencia.
- Boyacá Sie7e Días NIT. (2022, enero 15). La inacción de las industrias perjudica el medio ambiente. <https://boyaca7dias.com.co/2022/01/15/infografia-la-inaccion-de-las-industrias-perjudica-el-medio-ambiente/>
- Cinco Vientos. (2022). Desarrollo sostenible, el camino para mejorar nuestra calidad de vida. <https://www.cincovientos.com/desarrollo-sostenible/>
- Climate Change Writers. (2022). Effects of Climate Change on Water Resources in a Rural Community in Limpopo Province, South Africa. <https://www.climatechangewriters.com/stories/effects-of-climate-change-on-water-resources-in-a-rural-community-in-limpopo-province-south-africa-3>
- ClimatePartner GmbH. (2025). Carbon footprint. <https://www.climatepartner.com>
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo [CMMAD]; Organización de las Naciones Unidas. (1987). *Nuestro futuro común*. https://www.are.admin.ch/dam/en/sd-web/oUREniCte9uh/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf
- Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

- Ecuador. Consejo Nacional de Planificación. (2024). *Plan Nacional de Desarrollo para el nuevo Ecuador 2024-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/08/RESUMEN-PND-ES.pdf>
- Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2025). *Cuarto resumen de información sobre el abordaje y respeto de las salvaguardas sociales y ambientales Redd+ del Ecuador*. https://www.ambienteenergia.gob.ec/ambiente/wp-content/uploads/downloads/2025/07/15.04.2025_DOT_IV-RIS_V10_LIMPIO.pdf
- Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025: Plan de Creación de Oportunidades*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- El Comercio. (2022). La deforestación crece por la agricultura. <https://www.elcomercio.com/actualidad/deforestacion-crece-por-agricultura.html>
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). What is the meaning of a circular economy and what are the main principles? <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Espitia Salazar, N. (2023). Plogging: La nueva tendencia en deporte en la que se debe recoger basura. *La FM*. <https://www.lafm.com.co/medio-ambiente/plogging-la-nueva-tendencia-en-deporte-en-la-que-se-debe-recoger-basura>
- Naciones Unidas. (2015). 17 objetivos para transformar nuestro mundo. En Desarrollo Sostenible. Recuperado el 25 de noviembre de 2025, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

- Greenfield, E. (2024). Efectos del crecimiento demográfico sobre el medio ambiente. <https://sigmaearth.com/es/effects-of-population-growth-on-environment/>
- Grijalbo Fernández, L. (2023). Realización de auditorías e inspecciones ambientales, control de las desviaciones del SGA. UF1946: (1 ed.). Editorial Tutor Formación.
- Innovación y Cualificación, S. L. (2017). *Gestión ambiental y desarrollo sostenible*. IC Editorial. <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-16141188-9ab3e77360.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- International Energy Agency. (2022). *Energy Efficiency 2022*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7741739e-8e7f-4afa-a77f-49dadd51cb52/EnergyEfficiency2022.pdf>
- International Organization for Standardization. (2015a). *Introduction to ISO 14001:2015*. ISO. <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100371.pdf>
- International Organization for Standardization. (2015b). *ISO/FDIS 9001. Quality management systems – Requirements*. ISO. <https://fisip.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/08/ISO-9001-2015.pdf>
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001. Occupational Health & Safety Implementation Guide*. ISO. <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/NQA-ISO-45001-Implementation-Guide.pdf>
- IQAir Staff Writers. (2024). *2023 IQAir Informe mundial sobre la calidad del aire*. <https://www.iqair.com/es/newsroom/waqr-2023-pr>

- ISMS online. (2025). *ISO 14001 Implementation Steps Guide*. <https://www.isms.online/iso-14001/iso-14001-implementation-steps/>
- iStockphoto LP. (2018). Descarga de aguas residuales en un río [Fotografía]. <https://www.istockphoto.com/es/foto/descarga-de-aguas-residuales-en-un-r%C3%ADo-gm1024254384-274847169>
- Lelieveld, J., Haines, A., Burnett, R., Tonne, C., Klingmüller, K., Münzel, T., & Pozzer, A. (2023). Air pollution deaths attributable to fossil fuels: Observational and modelling study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 383, e077784. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077784>
- MacDonald, D. (2024). Contaminación atmosférica. [Fotografía]. Shutterstock. <https://www.google.com/imgres?imgurl=https://www.shutterstock.com/image-photo/air-pollution-chemical-industry-on-600nw-2471011119.jpg&tbnid=HNOB8QfPacvyJM&vet=1&imgrefurl=https://www.shutterstock.com/es/search/contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica&d>
- Magma Translation. (2025). Explora las cifras de población global para 2025. <https://magmatranslation.com/stats/es/proyecciones-poblacion-mundial-2025>
- Masterwebcc. (2023). Consumo responsable del agua. <https://hoysi.org/noticias/consumo-responsable-del-agua/>
- Melo, M. F. (2024, octubre 25). ¿De qué sectores proceden las emisiones mundiales de gases? Statista. <https://es.statista.com/grafico/33338/emisiones-mundiales-totales-de-gases-de-efecto-invernadero-por-sector/>

- Monzó Lacueva, N. (2020). Los ODS de la ONU, los grandes desconocidos. ZeroEmissionsObjective; Plataforma ZEO. <https://plataformazeo.com/es/los-ods-de-la-onu-los-grandes-desconocidos/>
- Morales, E. (2025). Desafíos ambientales en 2025: El reloj del planeta en cuenta. GTA Ambiental. <https://gtaambiental.com/desafios-ambientales-en-2025/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ONU. <https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *United Nations Carbon Offset Platform*. ONU. <https://unfccc.int/climate-action/united-nations-carbon-offset-platform>
- Partida, K. (2023). El impacto del consumo de energía en la vida moderna. Grupo Industronic. <https://grupointdustronic.com/el-consumo-de-energia-y-su-impacto-en-el-medio-ambiente/>
- Pérez Arias, A., García Silvera, E. E., & Cabascango Camuendo, C. P. (2024). *Gestión ambiental*. Rimana Editorial.
- Pixabay. (2024). Centros comerciales [Fotografía]. https://cdn.pixabay.com/photo/2014/04/17/05/16/myeongdong-326137_1280.jpg
- Pozos, M. Á. (2024). Interacciones entre los componentes del ambiente. TOMi.Digital. https://tomi.digital/en/en/73917/6-2do-trim-interacciones-de-los-comp-del-ambiente?utm_source=google&utm_medium=seo
- Rao, P. (2025). Visualized: Global carbon emissions by sector. *Visual Capitalist*. <https://www.visualcapitalist.com/visualized-global-carbon-emissions-by-sector/>

Rodríguez Ruiz, J., Castro Guevara, J. F., & Rodríguez Fernández, P. (2024). *Auditoría ambiental*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Secretaría Técnica Planifica Ecuador & Vicepresidencia de la República. (s. f.). ODS Ecuador: Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado el 25 de noviembre de 2025, de <https://www.odsecuador.ec/?p=105>

Stockphoto LP. (2021). Cultivos de maíz destruidos por sequía y enfermedades [Fotografía]. <https://www.istockphoto.com/es/foto/cultivos-de-ma%C3%ADz-destruidos-por-sequ%C3%ADa-y-enfermedades-gm1314375550-402613975>

United States Environmental Protection Agency. (2024). Gases de efecto invernadero de la energía eléctrica. US EPA. <https://www.epa.gov/inflation-reduction-act/gases-de-efecto-invernadero-de-la-energia-electrica>

Valdez Duffau, M. E., & Cisneros Guachimboza, P. K. (2020). Gobernanza ambiental, Buen Vivir y la evolución de la deforestación en Ecuador en las provincias de Tungurahua y Pastaza. *Foro: Revista de Derecho*, (34), 146–167. <https://doi.org/10.32719/26312484.2020.34.8>

Vergara, V. (2023). Desertificación y sequía en Ecuador: ¿Consecuencias del cambio climático? <https://www.elementsgroup.com.ec/desertificacion-sequia-en-ecuador-consecuencias-cambio-climatico/>

World Resources Institute. (2015). *The Greenhouse Gas Protocol*. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>



Paola Alexandra Portero Donoso

Ingeniera en Electrónica, Control y Redes Industriales, con Maestría en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos, docente e investigadora comprometida con la innovación educativa, la sostenibilidad ambiental y la mejora continua del proceso formativo. Mi trayectoria se ha orientado al desarrollo de proyectos en robótica educativa, automatización y soluciones tecnológicas sostenibles, integrando la gestión ambiental como eje transversal en la formación técnica y académica. He fortalecido mi perfil con un Diplomado en Formación en ODS y Educación Sostenible, así como cursos en Necesidades Educativas Especiales en Educación Superior y Fundamentos de la Docencia Universitaria con Inteligencia Artificial. Actualmente curso una Maestría en Docencia e Investigación, lo que refuerza mi enfoque pedagógico y científico. Mi labor se caracteriza por promover una educación crítica, responsable y consciente, articulando tecnología, investigación y gestión ambiental para responder a los retos sociales y ecológicos del siglo XXI.



Jorge Andrés Chiriboga Maldonado

Ingeniero en Gerencia y Liderazgo y Magíster en Gestión Educativa; actualmente curso la Maestría en Docencia e Investigación en Educación Superior, lo que fortalece mi compromiso con la excelencia académica y la calidad educativa. A lo largo de mi trayectoria en la educación superior he desempeñado funciones tanto docentes como administrativas, experiencia que ha enriquecido mi visión integral del quehacer educativo y del liderazgo institucional. He complementado mi formación con diplomados en Docencia para Educación Superior, Inclusión Educativa asistida por Inteligencia Artificial, así como en Liderazgo y Calidad Educativa, lo que me ha permitido incorporar tecnologías emergentes y enfoques innovadores en el aula. Mantengo un especial interés por la educación híbrida, ya que considero que esta modalidad optimiza el aprendizaje y amplía las oportunidades de acceso y participación. En el último año he profundizado en investigación educativa, análisis del trabajo colaborativo y mejora continua de la calidad académica. Como responsable de proyectos de vinculación con la comunidad, he liderado iniciativas que fortalecen la relación entre la institución y su entorno social. Mi visión es seguir impulsando metodologías innovadoras que conviertan la educación en una experiencia significativa, inclusiva y transformadora, generando un impacto positivo y sostenible en la sociedad.



Maxwell Arbey Salazar Guilcamaigua

Ingeniero Mecatrónico con Maestría en Ciencias en Robótica y amplia experiencia en docencia universitaria y gestión de proyectos tecnológicos. Actualmente, docente en el Tecnológico Universitario Rumiñahui, donde imparto asignaturas de electrónica, control y modelado 3D. Anteriormente, enseñé informática y redes en la Universidad Metropolitana. Como emprendedor, he liderado múltiples proyectos en el ámbito de la impresión 3D y la robótica, combinando mi pasión por la innovación con la educación. Mi experiencia incluye desde el diseño y prototipado de piezas complejas hasta la implementación de soluciones en proyectos de automatización y robótica, lo que me ha permitido desarrollar un enfoque práctico y educativo. Cuento con una sólida formación académica respaldada por certificaciones en automatización robótica de procesos, bases de datos, ciberseguridad, redes y programación. Mi objetivo es crear soluciones que impulsen el avance tecnológico y el aprendizaje interactivo, formando a la próxima generación de ingenieros y tecnólogos.



Carmita Inés Suárez

Actualmente, funge como rectora del Instituto Tecnológico Superior Universitario Rumiñahui (ISTER), institución que fundó y que ha guiado con una visión centrada en la innovación educativa y el servicio a la comunidad. En este momento, cursa un Ph.D. en Docencia en la Universidad Benito Juárez de México, sumando este logro a una sólida formación que incluye una Maestría en Gerencia Educativa, el título de Doctora en Jurisprudencia, y estudios como Licenciada en Ciencias Públicas y Sociales y Tecnóloga en Docencia e Innovación Educativa. A lo largo de su trayectoria, ha ocupado cargos directivos clave, como el de Vicerrectora Administrativa y Financiera del ISTER, Directora Nacional del Régimen Escolar y asesora en el Ministerio de Educación. Su trabajo ha sido ampliamente reconocido con distinciones como Mujer Insigne 2024, el Mamá Awards Inspiration, la Condecoración Matilde Hidalgo de Prócel (otorgada por la Asamblea Nacional) y el título de Embajadora Otto Federico von Feigenblatt, entre muchas otras. Su labor se distingue por un liderazgo ético, humano y profundamente comprometido con la convicción de que la educación transforma vidas.



Ángel Ernesto Huerta Vélez

Es un referente en la educación superior ecuatoriana. Durante más de diecisiete años fue rector del Instituto Universitario Rumiñahui, y actualmente preside el Consejo de Regentes, acompañando su desarrollo estratégico con una mirada experimentada y visionaria. Se encuentra cursando un Ph.D. en Docencia (Universidad Benito Juárez de México) y cuenta con una amplia formación académica que incluye dos maestrías, una especialización en Gestión de Procesos Educativos, el título de Doctor en Jurisprudencia y una licenciatura en Ciencias Públicas y Sociales. Su trayectoria profesional abarca funciones públicas y académicas, entre ellas, mediador laboral del Ministerio de Trabajo, docente universitario y fundador de iniciativas educativas como la Red de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (RIT2). Ha recibido múltiples reconocimientos nacionales e internacionales, entre ellos la Gran Cruz de la Educación Nacional en los Education Awards 2025, distinciones de la ALCN, el título de Embajador Otto Federico von Feigenblatt y un Doctorado Honoris Causa. Su vida profesional está guiada por principios éticos y un firme compromiso con el desarrollo educativo del país.



Carmen Inés Huerta Suárez

La Mgtr. Carmen Inés Huerta Suárez es una profesional destacada en el ámbito de la gestión educativa y administrativa. Actualmente ocupa el cargo de Vicerrectora Administrativa y Financiera del Instituto Universitario Rumiñahui, donde también se desempeñó como Directora de Talento Humano, contribuyendo al fortalecimiento organizacional de la institución. Su trayectoria académica es igualmente sólida: posee un MBA, un título de Especialista en Recursos Humanos, una Ingeniería en Sistemas de Información, estudios tecnológicos en Análisis de Sistemas y una Tecnología en Docencia e Innovación Educativa. En la actualidad, cursa un Ph.D. en Docencia (Universidad Benito Juárez de México) y complementa su labor profesional con compromiso social y espiritual, en la Iglesia Cristiana “A Dios sea la Gloria”. En 2025 recibió el Certificado de Capellán Académico General, otorgado por CARFI Internacional, como reconocimiento a su servicio comunitario y su dedicación a la formación integral de las personas. Su carrera refleja una combinación equilibrada entre liderazgo, vocación y servicio.

El libro *Fundamentos y prácticas de la gestión ambiental en el siglo XXI* ofrece un análisis integral de los desafíos ambientales contemporáneos y las estrategias para enfrentarlos. Parte de un enfoque conceptual sobre el medio ambiente, sus componentes físicos, biológicos y sociales, y la relación compleja entre ellos, estableciendo las bases para comprender problemáticas globales como la degradación del suelo, la contaminación del aire y del agua, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Se enfatiza el contexto ecuatoriano, destacando indicadores clave como la huella de carbono y el impacto de la actividad humana sobre los ecosistemas locales y globales. El texto aborda el desarrollo sostenible, sus principios y pilares, así como el marco político y legal en Ecuador, incluyendo la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y analiza el papel del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y del Plan Nacional de Desarrollo en la implementación de políticas ambientales. Además, se examina la responsabilidad ambiental de las empresas, abordando estrategias como la producción más limpia, la economía circular y la adopción de normas internacionales como ISO 14001, mostrando cómo estas herramientas contribuyen a la sostenibilidad y al cumplimiento normativo. El libro también dedica un apartado a los métodos de evaluación y auditoría ambiental, proporcionando técnicas para medir, clasificar y mitigar los impactos ambientales, lo que lo convierte en una guía práctica para la gestión efectiva del medio ambiente. En conjunto, la obra combina teoría y práctica, siendo un recurso valioso para estudiantes, profesionales, emprendedores y cualquier persona interesada en contribuir activamente a la sostenibilidad, ofreciendo un panorama completo de la gestión ambiental en el siglo XXI.



ISBN: 978-9942-560-12-4



9 789942 560124